

Vergleichende Untersuchungen zum ökologischen Status
des konventionellen und des biologischen Baumwollanbaues
in Ägypten (Governorat Fayoum), zur Stabilisierung
der Erträge und zur Wirkung der Pheromon-Verwirrung
bei *Pectinophora gossypiella* (Lep. Gelechiidae)

Curt von Boguslawski

Institut für Phytopathologie und Angewandte Zoologie
der Justus-Liebig-Universität Gießen
Versuchsstation, Alter Steinbacher Weg 44
D-35394 Gießen

Vergleichende Untersuchungen zum ökologischen Status
des konventionellen und des biologischen Baumwollanbaues
in Ägypten (Governorat Fayoum), zur Stabilisierung
der Erträge und zur Wirkung der Pheromon-Verwirrung
bei *Pectinophora gossypiella* (Lep. Gelechiidae)

Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades (Dr. agr.)
im Fachbereich 09 (Agrarwissenschaften und Umweltmanagement)
- Agrarwissenschaften -
der Justus-Liebig-Universität Gießen

Vorgelegt von
Dipl. Ing. agr.
Curt von Boguslawski

Gießen, August 2002

Dekan:	Prof. Dr. W. Köhler
1. Gutachter:	Prof. Dr. T. Basedow
2. Gutachter:	Prof. Dr. G. Leithold
Prüfer:	Prof. Dr. P. Felix-Hennigsen
	Prof. Dr. K.-H. Kogel
Prüfungsvorsitz:	Prof. Dr. E. A. Nuppenau

Tag der mündlichen Prüfung: 25.09.2002

meinen Eltern

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	1
1.1	<i>Hintergrund</i>	1
1.1.1	Kenndaten von Ägypten	1
1.1.2	Basisinformationen zur Landwirtschaft	3
1.1.3	Stellenwert der Baumwollproduktion	4
1.1.4	Bilaterale Entwicklungszusammenarbeit	5
1.2	<i>Ziele der Arbeit</i>.....	7
1.2.1	Streifenanbau von Baumwolle	7
1.2.2	Vergleich der Anbausysteme	8
1.2.3	Pheromoneinsatz	8
1.3	<i>Versuchsstandort</i>	8
2	Streifenanbau von Baumwolle	11
2.1	<i>Methodik</i>	12
2.1.1	Versuchsaufbau	12
2.1.2	Auswahl der verschiedenen Kulturen	13
2.1.3	Evaluierungsmethoden	14
2.1.3.1	<i>Arthropoden-Monitoring an den Baumwollpflanzen</i>	15
2.1.3.2	<i>Pflanzenphysiologie</i>	15
2.1.3.3	<i>Ertragsmessungen</i>	15
2.1.3.4	<i>Ökonomische Beurteilung</i>	16
2.2	<i>Ergebnisse</i>	17
2.2.1	Allgemeine Ergebnisse	17
2.2.2	Arthropoden-Monitoring an den Baumwollpflanzen	18
2.2.2.1	<i>Unterschiede der Untersuchungsjahre</i>	18
2.2.2.2	<i>Nützlinge in den Streifenkulturen</i>	20
2.2.2.3	<i>Phytophage Familien</i>	22
2.2.3	Pflanzenphysiologie	24
2.2.4	Ertragsergebnisse	26

2.2.5	Ergebnisse der ökonomischen Beurteilung	29
2.3	Diskussion	34
3	Vergleichendes Öko-Monitoring.....	37
3.1	Methodik.....	37
3.1.1	Versuchsaufbau	37
3.1.2	Monitoring-Methoden	38
3.1.2.1	<i>Barberfallen.....</i>	<i>38</i>
3.1.2.2	<i>Quadrataufschwemmung.....</i>	<i>39</i>
3.1.2.3	<i>Arthropoden-Monitoring an den Pflanzen</i>	<i>39</i>
3.1.2.4	<i>Begleitflora.....</i>	<i>40</i>
3.1.3	Ertragsmessungen	40
3.2	Ergebnisse	41
3.2.1	Allgemeine Beobachtungsergebnisse	41
3.2.2	Ergebnisse der Barberfallen.....	42
3.2.2.1	<i>Vergleich der Untersuchungsjahre.....</i>	<i>43</i>
3.2.2.2	<i>Vergleich der Betriebssysteme</i>	<i>46</i>
3.2.3	Ergebnisse der Quadrataufschwemmung	50
3.2.3.1	<i>Häufigkeit vorkommender Nützlinge</i>	<i>50</i>
3.2.3.2	<i>Prädatorische Biomasse</i>	<i>54</i>
3.2.4	Arthropoden-Monitoring an den Pflanzen.....	56
3.2.4.1	<i>Nützlinge</i>	<i>56</i>
3.2.4.2	<i>Saugende Schädlinge.....</i>	<i>58</i>
3.2.5	Unterschiede der Begleitflora	59
3.2.6	Ertragsergebnisse	61
3.3	Diskussion	64
4	Pheromoneinsatz.....	72
4.1	Methodik.....	72
4.1.1	Versuchsanordnung	73
4.1.2	Applikation der Pheromone	73
4.1.3	Evaluierungsmethoden.....	74

4.1.3.1	Kapselproben.....	75
4.1.3.2	Wasserfallen	76
4.1.3.3	Deltaklebefallen.....	76
4.2	Ergebnisse des Pheromoneinsatzes.....	77
4.2.1	Auswertung der Kapselproben	77
4.2.2	Ergebnisse der Wasserfallen.....	80
4.2.3	Pheromonfallenergebnisse.....	82
4.3	Diskussion.....	84
5	Abschließende Diskussion.....	88
5.1	Fazit.....	90
5.2	Ausblick.....	92
6	Zusammenfassung	94
6	Summary.....	96
7	Literaturverzeichnis	98
	Anhang.....	110

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1:	Karte von Ägypten.....	1
Abb. 2:	Karte von Fayoum mit ausgewiesenem Versuchsstandort.....	9
Abb. 3:	Graphische Darstellung des Versuchsaufbaus mit Detailzeichnung	13
Abb. 4:	Arthropodenhäufigkeiten in den verschiedenen Baumwollstreifen (kumulative Häufigkeiten aus den Mittelwerten dreier Wiederholungen pro Streifenkultur in den Untersuchungsjahren 1998 und 1999)	20
Abb. 5:	Anteil verschiedener Familien (in %) an der Gruppe der Nützlinge, errechnet aus den Mittelwerten dreier Wiederholungen je Variante. Ergebnisse der Untersuchungsjahre 1998 und 1999	22
Abb. 6:	Verteilung der phytophagen Familien (in %) am gesamten Arthropoden-Monitoring des Streifenanbaus. Mittelwerte aus zwei Untersuchungsjahren (1998 und 1999) mit jeweils drei Wiederholungen. Zahlen oberhalb der Säulen geben die Summe der erhobenen phytophagen Individuen an	23
Abb. 7:	Darstellung der unterschiedlichen Ausprägung verschiedener physiologischer Parameter der Baumwollpflanze im August 1999 in Abhängigkeit von der Position im Baumwollstreifen.....	25
Abb. 8:	Baumwollertrag (ken/fed) im Streifenanbau, verglichen mit den Erträgen von kontrolliert biologischen (KbA)- und konventionellen (Konv.) Flächen. Die Werte sind jeweils berechnet auf 60 %igen Anteil von Baumwolle	28
Abb. 9:	Ökonomische Analyse der Umsätze und Deckungsbeiträge in den Jahren 1998 und 1999, in Ägyptischen Pfund (£E) pro Feddan (fed). Vergleich des Streifenanbaus mit kontrolliert biologischem (KbA)- und konventionellem (Konv.) Baumwollanbau	32
Abb. 10:	Gesamtzahl mit Barberfallen gefangener Arthropoden, der Untersuchungsjahre 1998 und 1999. Die Werte sind Summen aus jeweils 20 Fallen zweier Betriebssysteme (KbA-Baumwolle; konventionelle Baumwolle)	43
Abb. 11:	Vergleich zweier Betriebssysteme anhand gefangener Nützlinge, dargestellt als kumulative Mittelwerte pro Barberfalle in den Jahren '98 und '99	47
Abb. 12:	Vergleich des gesamten Nützlingsaufkommens in kontrolliert biologischer- (KbA) und konventioneller (Konv.) Baumwolle anhand prozentualer Anteile der in Barberfallen gefangenen Nützlinge nach Gruppen	48
Abb. 13:	Vergleich vorkommender Gryllidae und Araneae pro Barberfalle und Woche, in zwei Baumwollanbausystemen vor und nach Insektizid-behandlungen	49
Abb. 14:	Vergleich prozentualer Anteile der ermittelten Nützlinge am gesamten Nützlingsaufkommen in konventioneller und kontrolliert biologischer Baumwolle. Ergebnisse der Quadrataufschwemmung in den Jahren 1998 und 1999	52

Abb. 15: Vergleich der häufigsten Nützlinge in konventioneller und kontrolliert biologischer Baumwolle mit der Methode der Quadrataufschwemmung in den Jahren 1998 und 1999.....	53
Abb. 16: Vergleich der prädatorischen Biomasse in kontrolliert biologischer- und konventioneller Baumwolle der Untersuchungsjahre 1998 und 1999. Dargestellt in Milligramm pro Quadratmeter (mg / m^2)	55
Abb. 17: Vergleich der durchschnittlichen Häufigkeiten vorkommender Nützlinge in konventioneller und biologischer Baumwolle anhand des Arthropoden-Monitorings. Mittelwerte aus allen Wiederholungen und Untersuchungsjahren sind dargestellt als Arthropoden pro Pflanze	57
Abb. 18: Vergleich der saugenden Schädlinge, dargestellt anhand der Häufigkeiten pro Pflanze, in konventioneller und biologischer Baumwolle. Mittelwerte aus allen Wiederholungen und Untersuchungsjahren.....	58
Abb. 19: Vergleich der durchschnittlichen Erträge von konventioneller- und kontrolliert biologischer Baumwolle in den Jahren 1998 und 1999. Mittelwerte aus drei bzw. sechs Wiederholungen mit Standardabweichungen	62
Abb. 20: Applikation der TRIPHERONE-PECGOS® Dispenser im organischen Baumwollanbau in Sakaran (Fayoum Governorat).....	74
Abb. 21: Prozentualer Kapselbefall von <i>P. gossypiella</i> Larven in Baumwollflächen mit und ohne Verwendung von Pheromonverwirrung im Jahr 1999. Ergebnisse errechnet aus Daten der landwirtschaftlichen Kooperativen	78
Abb. 22: Vergleich des prozentualen Kapselbefalls mit Larven von <i>P. gossypiella</i> in vier verschiedenen Anbausystemen der Baumwolle. Ergebnisse sind Mittelwerte mit jeweils 100 Kapseln pro ha.....	79
Abb. 23: Vergleich der Wasserfallenergebnisse anhand der Falterzahlen pro Falle im biologischen und konventionellen Baumwollanbau im Untersuchungszeitraum von Anfang Mai bis Mitte Juni 1999	81
Abb. 24: Vergleich der Durchschnittlichen Falterzahlen von <i>P. gossypiella</i> Männchen pro Deltafallen in konventioneller (acht Fallen) und biologischer (drei Fallen) Baumwolle im Zeitraum Mitte Juni bis zur Ernte....	82

Tabellenverzeichnis

Tab. 1:	Bevölkerungswachstum und die landwirtschaftliche Nutzfläche der letzten 100 Jahre in Ägypten.....	2
Tab. 2:	Unterschiede der Untersuchungsergebnisse zweier Versuchsjahre (1998 und 1999) im Streifenanbau mit Baumwolle.....	19
Tab. 3:	Ertragsergebnisse der Baumwolle in Streifenkultur (Angaben in ken/fed: Ein Kentar = 157,5 kg Rohbaumwolle, ein Feddan = 0,42 ha). Anteil der Baumwolle an einer Flächeneinheit 60 %	27
Tab. 4:	Die durch Befragungen ermittelten Ertragsdurchschnitte und Umsätze für verwendete Streifenkulturen und Baumwolle bezogen auf einen Feddan.....	31
Tab. 5:	Auflistung der Nützlinge im Baumwollanbau gefangen mit Barberfallen in den Untersuchungsjahren 1998 und 1999.....	45
Tab. 6:	Durch Quadrataufschwemmung ermittelte Häufigkeit verschiedener Nützlinge pro Quadratmeter in konventioneller- und kontrolliert biologischer Baumwolle	51
Tab. 7:	Vorkommen verschiedener Unkräuter in biologischen und konventionellen Baumwollfeldern. Mittelwerte und Standardabweichungen aus insgesamt 20 Wiederholungen pro Betriebssystem	60

Verwendete Abkürzungen

£E	=	Ägyptisches Pfund (zum Untersuchungszeitpunkt 1 £E = 0,49 DM)
a. i.	=	active ingredient
BMZ	=	Bundesministerium für wirtschaftl. Zusammenarbeit und Entwicklung
BSP	=	Brutto Sozial Produkt
CSPP	=	Cotton Sector Promotion Program
EBDA	=	Egyptian Bio-Dynamic Association
ELS	=	Extra Long Staple
EU	=	Europäische Union
fed	=	Feddan (0,42 ha)
GTZ	=	Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit
IFOAM	=	International Federation of Organic Agriculture Movements
kbA	=	kontrolliert biologischer Anbau
ken	=	Kentar (157,5 kg Rohbaumwolle)
konv.	=	konventioneller Anbau
Mio.	=	Millionen
MoALR	=	Ministry of Agriculture and Land Reclamation
PV	=	Pheromonverwirrung

1 Einleitung

1.1 Hintergrund

1.1.1 Kenndaten von Ägypten

Ägypten, das Land am Oberlauf des Nil ist nicht nur bekannt durch seine kulturhistorische Bedeutung, Herkunft einer der ältesten Zivilisationen dieser Welt, sondern auch durch seine politische und wirtschaftliche Bedeutung in der Region. Haupteinnahmequellen für Devisen sind der Suez Kanal, der Tourismus und die Baumwolllexporte. Das Land grenzt im Westen an Libyen, im Süden an den Sudan und im äußersten Nordosten an Israel. Der Norden des Landes wird durch das Mittelmeer begrenzt und im Osten grenzt das Rote Meer die Landfläche Ägyptens ab (vgl. Abb. 1).

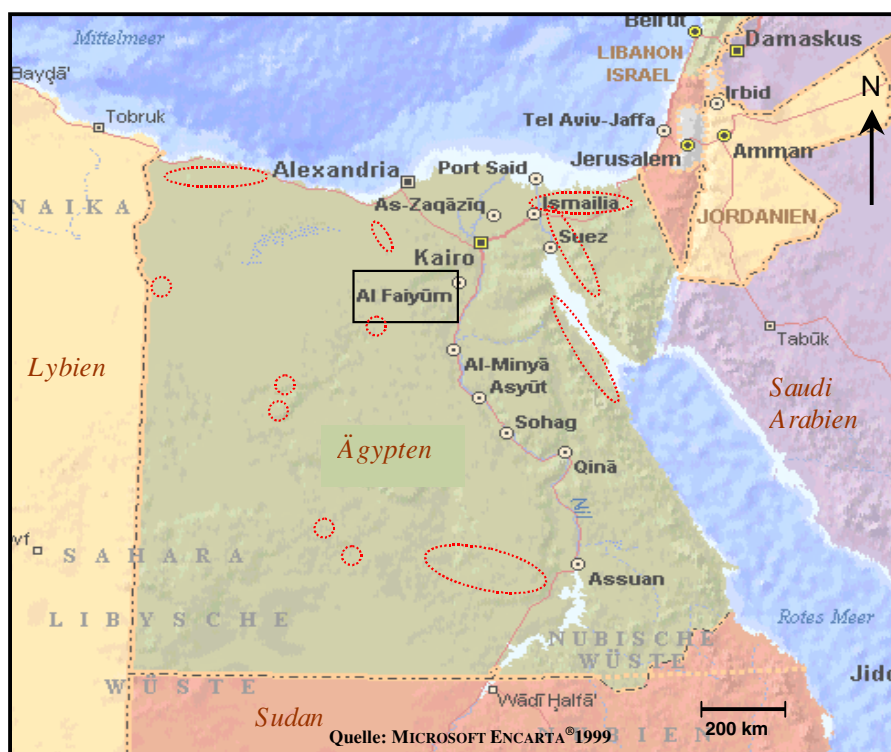


Abb. 1: Karte von Ägypten (Schwarzer Kasten = Untersuchungsregion; rot umrandete Flächen = Agrarlandgewinnung der Ägyptischen Regierung)

Aufgrund der sehr geringen jährlichen Niederschläge von durchschnittlich weniger als 100 mm und dem vorherrschendem Wüstenklima, stellt der Nil die einzige wirkliche Wasserquelle für eine landwirtschaftliche Bewirtschaftung dar. Nur ca. 4 % (3,3 Mio. Hektar) der gesamten Landfläche (1 002 000 km²) können landwirtschaftlich genutzt werden, der Rest des Landes besteht aus Wüste. Mit einem Bevölkerungswachstum

von durchschnittlich 1,9 % (\emptyset 1990-97) und einer Gesamtbevölkerung von mehr als 65 Mio. Menschen gehört Ägypten zu den Ländern mit der dichtesten Besiedlung überhaupt, denn über 99 % der Bevölkerung lebt in unmittelbarer Nähe des Nils oder im fruchtbaren Nildelta (ca. 1 500 Einwohner pro km²). Seit dem Bau des Aswan Staudammes und vor allem in den letzten 15 Jahren verfolgt die Regierung unter Präsident Mohamed Hosni Mubarak eine Politik der Landerweiterung. Mittlerweile werden große Flächen in ehemaligem Wüstengebiet künstlich bewässert und landwirtschaftlich genutzt. Darunter sind Flächen im Norden und Westen der Sinaihalbinsel, Toshka ("New valley") im Nordwesten des Nasser Sees am Eingang der libyschen Wüste und vereinzelte Gebiete entlang den Küsten des Roten- sowie des Mittelmeeres (siehe Abb. 1). Internationale Hilfen und Großinvestoren aus den benachbarten arabischen Nationen ermöglichen diese umfangreichen Projekte. Die Gründe lassen sich einfach veranschaulichen, wenn man sich das Verhältnis von Bevölkerungswachstum zur vorhandene landwirtschaftliche Nutzfläche in den letzten 100 Jahren betrachtet, wie in Tab. 1 dargestellt.

Tab. 1: Bevölkerungswachstum und die landwirtschaftliche Nutzfläche der letzten 100 Jahre in Ägypten (FAO, 2000)

Jahr	Bevölkerung In Mio.	Landwirtschaftliche Nutzfläche	
		Gesamt Mio. Feddan [§]	Pro Einwohner In Feddan [§]
1897	9,7	4,9	0,51
1907	11,2	5,4	0,48
1917	12,8	5,3	0,41
1927	14,2	5,5	0,39
1937	15,9	5,3	0,33
1947	19,0	5,8	0,31
1960	26,1	5,9	0,23
1970	33,2	6,0	0,18
1980	42,1	6,1	0,14
1990	55,0	7,2	0,13
1999	65,0	7,8	0,12

[§] Der Feddan (fed) ist das in Ägypten gebräuchlichste Flächenmaß und entspricht einem englischem "acre" oder 0,42 ha.

Mit ca. 20 % am Bruttosozialprodukt (BSP) ist der landwirtschaftliche Sektor, inklusive seiner Exporte von großer Bedeutung für Ägypten, zumal 34 % aller Erwerbstätigen in diesem Sektor beschäftigt sind (BARATTA, 1999).

1.1.2 Basisinformationen zur Landwirtschaft

Landwirtschaftlich kann Ägypten in zwei klimatische Zonen unterteilt werden. Zum einen in ein mediterran geprägtes Klima im Norden (Delta) mit milden, teilweise regnerischen Wintern und warmen trockenen Sommern. Zum anderen in ein wüstenähnliches Klima im Süden (Oberägypten), mit milden fast regenlosen Wintern und sehr trockenen, heißen Sommern (ABDEL-SALAM, 1999). Ohne künstliche Bewässerung lässt sich jedoch nur im äußersten Norden, an der Mittelmeerküste, Landwirtschaft betreiben. Detaillierte Klimadaten sind der Tabelle A im Anhang zu entnehmen.

In erster Linie werden in Ägypten annuelle Kulturen angebaut, wie Weizen, Reis, Mais, Klee, Sorghum, Bohnen und Baumwolle. Wichtig für die Landwirtschaft sind aber auch Dauerkulturen wie Zitrusfrüchte, Mangos, Äpfel, Birnen, Pfirsiche und Datteln. Die Viehwirtschaft spielt eine eher untergeordnete Rolle, obwohl fast jeder Betrieb einige landwirtschaftliche Nutztiere hält. Der überwiegende Anteil der landwirtschaftlichen Betriebe im Niltal ist als kleinbäuerlich zu charakterisieren, denn die durchschnittliche Betriebsgröße beträgt hier nur etwa einen Hektar (ca. zwei Feddan). Anbau- und Bewässerungsmethoden werden zum Teil seit Jahrhunderten in gleicher Art und Weise angewendet. Die Schwachstellen der ägyptischen Landwirtschaft sind vielseitig und aufgrund bestehender Traditionen nur bedingt zu beheben. So verursachen mangelhafte Bewässerung sowie unzureichender Pflanzenschutz eine niedrige landwirtschaftliche Produktivität, obwohl alle Voraussetzungen für hohe Erträge gegeben wären. Außerhalb des Niltals sowie am Rand des Nildeltas, gibt es Betriebe, auf ehemaligen Wüstenstandorten, die zum Teil agroindustriellen Charakter haben, wesentlich größer sind und eine hohe Produktivität aufweisen. Wasser wird teilweise mit sehr hohem Aufwand, aus großer Entfernung herangeleitet. Die Ägyptische Regierung unterstützt diese Entwicklung mit Nachdruck und hohen Subventionen, da die landwirtschaftliche Nutzfläche nur sehr begrenzt ist und das Bevölkerungswachstum mittel- bis langfristig nur langsam gebremst werden kann. Trotz zunehmender Industrialisierung und der rasanten Entwicklung des Dienstleistungssektors hat die Landwirtschaft nach wie vor einen sehr hohen Stellenwert und damit die Möglichkeit sich weiter zu entwickeln. Deutlich wird dies, bei Betrachtung der jüngsten Geschichte. Bis Anfang der 1990er Jahre war der landwirtschaftliche Sektor noch unter staatlichem Regime. Zunehmende Privatisierung hat die Produktivität bei vielen Kulturen erheblich erhöht. Eine Ausnahme dabei stellte der Baumwollsektor dar, er war bis Ende der 1990er Jahre noch immer in staatlicher Hand.

1.1.3 Stellenwert der Baumwollproduktion

Der Baumwollanbau in Ägypten hat eine lange Tradition. Schon früh im 19. Jahrhundert erkannte man die komparativen Standortvorteile für die Baumwolle in Ägypten. Das Klima mit seinen heißen, trockenen Sommern und die Tatsache, dass immer genügend Wasser zur Verfügung steht, sind nur zwei Gründe für die optimalen Bedingungen. Dennoch ist der Anteil an der weltweiten Baumwollproduktion mit 1,22 % (1995/96) eher gering. Angebaut wird *Gossypium barbadense* L. (Malvaceae), die aufgrund ihrer Qualitätsmerkmale (Faserlänge, Faserfestigkeit, Spinnbarkeit, usw.) weltweite Bedeutung erlangte. Bezogen auf den ELS-Markt (Extra Long Staple), der ca. 4,5 % der weltweiten Baumwollproduktion ausmacht, ist Ägypten heute neben den USA der größte Produzent dieser hochwertigen Fasern. Die ELS-Baumwolle wird in erster Linie exportiert, für den lokalen Bedarf wird seit ca. 25 Jahren Baumwolle überwiegend aus den USA eingeführt, wobei es sich hierbei stets um kürzere Fasern, minderer Qualität handelt (KRENZ, 1997).

Der Baumwollsektor ist für Ägypten schon seit Anfang des vergangenen Jahrhunderts ein wichtiger ökonomischer Faktor. Sowohl der Anbau, als auch die weiterverarbeitende Industrie (Spinnereien, Webereien, Textilindustrie) waren in den letzten 40 Jahren unter staatlicher Regulierung. Bis vor kurzem wurden alle landwirtschaftlichen Inputs, wie Saatgut, Kredite für Dünger und Pflanzenschutzmittel sowie die Festsetzung von Preisen für die Baumwolle vom Staat kontrolliert. Selbst der Verkauf und die Vermarktung im Ausland wurden von staatlichen Organisationen durchgeführt. Nach wie vor besteht ein Importverbot für Textilien, um die nationale Baumwollindustrie zu schützen. Mit der angestrebten Liberalisierung und Privatisierung dieses Sektors werden sich die Umstände jedoch ändern, sodass alternative Konzepte zunehmend an Bedeutung gewinnen (EL-ARABY & MERCKENS, 1999).

Bei einer genauen Betrachtung der Entwicklung des Baumwollanbaus bleibt festzustellen, dass die Anbauflächen seit 1960 stetig sinken und 1995 etwa das Niveau von 1942-1945 erreicht hatten. Die Bauern haben den Baumwollanbau vermindert, da der von der Regierung festgesetzte Ankaufpreis die Produktionskosten kaum mehr deckte, während mit Reis, Zuckerrohr, Gemüse und Früchten bedeutend höhere Erlöse zu erzielen waren (KAISER, 1996).

Mit verschiedenen Programmen versucht die Regierung die Baumwollproduktion anzukurbeln und die Bauern wieder zu motivieren. Im Jahr 1980 wurde vom Landwirtschaftsministerium ein integriertes Pflanzenschutzprogramm für die Baumwolle gestartet, um die

Häufigkeit verwendeter Pestizide zu reduzieren. Nach TREEN & BURGSTALLER (1996) konnten vor allem der biologische Pflanzenschutz und die Verwendung von Pheromonen zum Erfolg dieses flächendeckenden Programms beitragen.

Trotz einer weitgehenden Liberalisierung des Anbaus und der Weiterverarbeitung bis hin zum Export unterstehen weiterhin die Bereiche Saatgut und Anbauverteilung dem ägyptischen Landwirtschaftsministerium. Baumwolle bleibt damit eine stark kontrollierte Kultur, die jedoch sowohl dem Bauern oder privaten Unternehmern, als auch der ägyptischen Volkswirtschaft ökonomische Perspektiven bieten kann.

1.1.4 Bilaterale Entwicklungszusammenarbeit

Für Ägypten ist Deutschland, nach den USA, eines der wichtigsten Geberländer aller westlichen Staaten. Über die Kapital- und Warenhilfe hinaus konzentriert sich die technische Zusammenarbeit durch die GTZ (Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit) in erster Linie auf Gebiete der Landwirtschaft und Berufsbildung (EL-AZZAZI, 1996).

In Ägypten, sowie in den meisten Entwicklungsländern ist die Ausdehnung der landwirtschaftlichen Nutzfläche an die Grenzen dessen gelangt, was ökologisch tragfähig ist. Der einzige Weg zur Sicherung der Ernährung der wachsenden Bevölkerung liegt in der Erhöhung und Sicherung der Flächenproduktivität. Dafür werden nachhaltige Methoden der Bewirtschaftung benötigt, die auch für die nachfolgenden Generationen natürliche Ressourcen als Produktionsgrundlage erhalten. In der Entwicklung und Umsetzung nachhaltiger landwirtschaftlicher Anbau- und Betriebssysteme spielt der Pflanzenschutz eine zentrale Rolle. Neben der Versorgung der eigenen Bevölkerung erhält der Anbau von Kulturen für den Export, wie beispielsweise die Baumwolle, in vielen Ländern zunehmend Bedeutung. Um Exportpotentiale nutzen zu können, müssen die Produkte den meist strengen Qualitätsanforderungen der importierenden Länder gerecht werden. Ein effizienter Pflanzenschutz ist vielfach der Schlüsselfaktor für einen erfolgreichen Anbau (GTZ, 2000).

Die Verknüpfung der beiden Zielsetzungen, quantitative und qualitative Sicherung von Erträgen einerseits sowie Schutz und Erhaltung natürlicher Ressourcen andererseits, ist eines der Anliegen bilateraler Entwicklungszusammenarbeit. Entwicklung und Umsetzung dieses Konzeptes stehen daher im Mittelpunkt der in diesem Bereich arbeitenden Vorhaben.

Zusammen mit der ägyptischen Regierung finanziert das Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (BMZ) ein durch die GTZ durchgeführtes

Programm, was bei der Privatisierung und Liberalisierung des Baumwollsektors in Ägypten unterstützend mitwirken soll. Das sogenannte Cotton Sector Promotion Program (CSPP) hat die Zielsetzung, zusammen mit dem ägyptischen Landwirtschaftsministerium die komparativen Vorteile der Baumwollproduktion zu nutzen und auszubauen. Das Projekt arbeitet in drei Arbeitsfeldern, die für die Umsetzung der Projektziele entscheidend sind:

- Landwirtschaftliche Beratung und Baumwollanbau
- Integrierter Pflanzenschutz in der Baumwolle
- Agrarökonomie und politische Beratung

Alle drei Komponenten arbeiten sowohl in den zuständigen Sektionen des Ministeriums, um Einfluss auf landesweite Entscheidungen nehmen zu können, als auch auf Betriebsebene in einigen Governoraten (im Jahr 2000, acht von 26, wobei lediglich in 18 Governoraten Baumwolle angebaut wird), um Neuerungen direkt zu implementieren.

Vor diesem Hintergrund wurde 1998 ein flankierendes Programm in Zusammenarbeit mit dem Institut für Phytopathologie und Angewandte Zoologie der Justus-Liebig-Universität Giessen begonnen, das über die Laufzeit von zwei Vegetationsperioden alternative Konzepte zur konventionellen Baumwollproduktion untersuchen und vergleichen sollte. Hauptaugenmerk war dabei auf die bereits existierende organische (biologisch-dynamische) Produktion gerichtet. Unterstützt wurde dieses Vorhaben von allen Komponenten des CSPP in gleichem Maße, wobei eine enge Absprache mit der Sektion des integrierten Pflanzenschutzes immer von entscheidender Bedeutung war.

1.2 Ziele der Arbeit

Seit Jahren wächst das Bewusstsein der Verbraucher darüber, dass sich Schadstoffe in ihren Textilien befinden. Die Schadstoffe resultieren in erster Linie aus den Produktions- und Verarbeitungsprozessen, welche zur Herstellung von Textilien durchlaufen werden. Dies hat zur Folge, dass zunehmend Öko-Textilien nachgefragt werden. Mit einem Anteil von knapp der Hälfte aller hergestellten Textilien weltweit, hat die Baumwolle mit Abstand die größte Bedeutung (MYERS, 1999). In allen Anbauregionen der Welt erhält Baumwolle mehr Insektizidapplikationen als jede andere Kultur. Nach OERKE et al. (1994) wurde Baumwolle 1990 auf ca. 2,5 % der weltweiten landwirtschaftlichen Nutzfläche angebaut, der Insektizidverbrauch auf diesen Flächen betrug hochgerechnet jedoch 23 % des globalen Gesamtverbrauches. Im Vergleich mit anderen Kulturpflanzen wird Baumwolle nicht von sehr zahlreichen Schädlingen befallen, aber in ihrer Ertragsleistung durch die Schädlinge sehr stark beeinträchtigt. In Ägypten wurden zwischen 1990-93 beispielsweise ca. 50 % des nationalen Gesamtverbrauchs an Insektiziden für den Baumwollanbau verwendet (PÜLSCHEN et al., 1994). Vor diesem Hintergrund und der damit hervorgerufenen Problematik wurden verschiedene Ziele formuliert, die den Rahmen der vorliegenden Arbeit bilden.

Das übergeordnete Ziel war dabei, verschiedene Möglichkeiten des Baumwollanbaues ohne Verwendung synthetischer Insektizide zu prüfen und zu bewerten. Hierbei war es wichtig, unterschiedliche Anbausysteme zu untersuchen, weil dort schon andere Ausgangsbedingungen für die Schädlinge vermutet werden können. Die Ziele in einzelnen waren folgende:

1.2.1 Streifenanbau von Baumwolle

Ein Ziel der Arbeit war es, mit Feldversuchen Alternativen zum konventionellen Baumwollanbau experimentell zu untersuchen. Zunächst stand dabei im Vordergrund die Baumwolle zusammen mit anderen Kulturen anzubauen, um ihre Wirkung im Hinblick auf vorkommende ökologische Parameter zu evaluieren. Danach sollten eventuell auftretende ökonomische Unterschiede herausgearbeitet werden, die neben Ertragsmessungen mit Hilfe von Befragungen ermittelt wurden (vgl. Kap. 2).

1.2.2 Vergleich der Anbausysteme

Ein weiteres Ziel der Arbeit bestand darin, die Unterschiede zwischen langjährig konventionellem sowie langjährig biologisch-dynamischem Baumwollanbau mit verschiedenen Monitoring-Methoden im Hinblick auf vorkommende Arthropoden zu analysieren, um die beiden Anbausysteme diesbezüglich vergleichen zu können (vgl. Kap. 3).

1.2.3 Pheromoneinsatz

Kurzfristig ergab sich im zweiten Jahr der Untersuchung (1999) die Möglichkeit, die Methode der Pheromonverwirrung eines der Schlüsselschädlinge Ägyptischer Baumwolle (*Pectinophora gossypiella*) im organischen Anbau einzusetzen. Hierbei wurde das Ziel verfolgt, eine Behandlung gegen diesen Schädling zu vermeiden und die Befallszahlen mit denen aus konventionellem Baumwollanbau (ohne Pheromoneinsatz) zu vergleichen (vgl. Kap. 4).

Geplante Anwendungen von alternativen Pflanzenschutzmitteln im kontrolliert biologischen Baumwollanbau wurden zwar in den zwei aufeinanderfolgenden Untersuchungsjahren durchgeführt, führten jedoch zu keinen verwertbaren Ergebnissen.

Die durchgeführten Untersuchungen sind nicht zuletzt ein Bestandteil der Bemühungen sowohl der Ägyptischen Regierung, aber auch der bilateralen Entwicklungszusammenarbeit, die Pflanzenschutzaufwendungen im Baumwollanbau soweit zu reduzieren, dass möglichst keine gesundheitlichen Schäden und eine geringere Umweltbelastung die Folge sind.

1.3 Versuchsstandort

Die Auswahl des Fayoum Governorats als Versuchstandort, wurde in enger Zusammenarbeit mit dem CSPP und der SEKEM-Farm getroffen. Zum einen, weil im Fayoum der biologisch-dynamische Baumwollanbau bereits seit 1993 praktiziert wird, und zum anderen durch die Tatsache, dass die meisten kontrolliert biologischen Betriebe in einem Ort vereint sind. Dadurch ergab sich die Möglichkeit, aus einer zusammenhängenden biologischen Fläche mehrere Versuchsfelder auszuwählen.

Die 1977 gegründete SEKEM-Farm basiert auf anthroposophischen Prinzipien (Rudolph Steiner) und hat sich zum Ziel gesetzt, die regionale Entwicklung mit der biologisch-dynamischen Landwirtschaft zu integrieren. Nach EL-ARABY & MERCKENS, (1999) wurden 1996 landesweit über 2000 ha nach IFOAM (THE INTERNATIONAL Federation of Organic Agriculture Movements) und EU Richtlinien (ISO 2092/91) bewirtschaftet. Organische

Baumwolle wurde auf etwa einem Fünftel dieser Fläche (400 ha) im Sommer des selben Zeitraumes in drei Governoraten angebaut (Fayoum, Kaliubea, Behera).

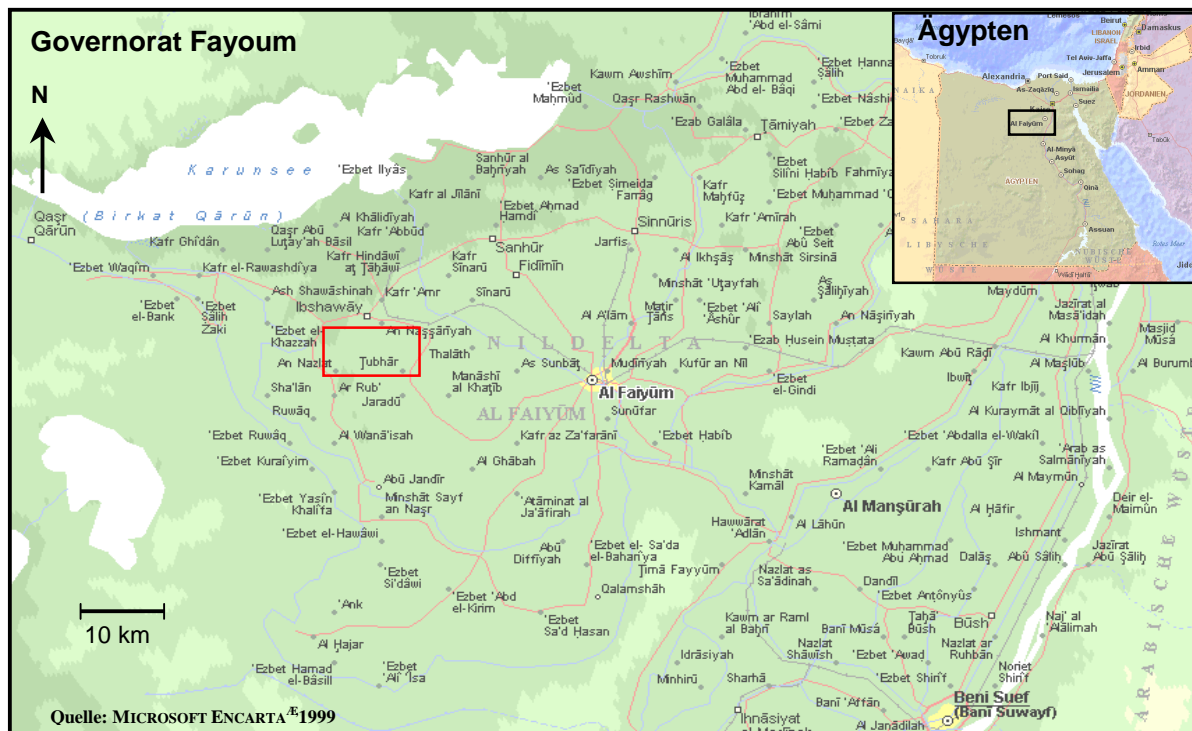


Abb. 2: Karte von Fayoum mit ausgewiesenem Versuchsstandort (roter Kasten)

Das Governorat Fayoum liegt ca. 100 km süd-westlich der Hauptstadt Kairo in einer halbrunden Depression der westlichen Wüste. Es ist nur durch einen Kanal (Bahr Youssef) mit dem Nil verbunden und bedeckt heute eine Gesamtfläche von ca. 400 000 Feddan (ca. 170 000 ha). Im Nordosten wird das Fayoum durch den Karunsee begrenzt, der über Jahrhunderte durch überschüssiges Bewässerungswasser und Drainagen entstanden ist. Ansonsten ist das Fayoum von Wüste umringt, weshalb es auch oft als Oase bezeichnet wird (siehe Abb 2).

Überlieferungen zufolge wurde schon seit frühster Geschichte (2000 v. Chr.) in den Senken des Fayoums Landwirtschaft betrieben. Auch heute noch gelten die Landwirte aus dem Fayoum als die Besten Ägyptens. Das Klima ist heiß und trocken und Niederschläge fallen ausschließlich in den Wintermonaten mit durchschnittlich 10-15 mm jährlich. Die Sonne scheint das ganze Jahr hindurch, die jährliche Durchschnittstemperatur beträgt ca. 27°C. Im Sommer werden Höchstwerte von bis zu 50°C erreicht, wohingegen die Wintermonate (November bis Februar) mit 14°C im durchschnitt wesentlich milder sind. Nächtliche Temperaturen können dann bis zum Gefrierpunkt (0 bis -1°C) sinken (DABROWSKI & EL-HENEIDY, 1999). Das durch die Wüste geprägte Klima bedingt hohe Temperaturunterschiede zwischen Tag und Nacht, die im Winter bis zu 30°C ausmachen können. In den Monaten April und Mai treten regelmäßig Sandstürme auf, die mit

Windgeschwindigkeiten bis zu 120 km/h vorwiegend aus westlichen Richtungen (libysche Wüste) zum Teil große Sandmengen bewegen, die fruchtbares Land begraben können. Der überwiegende Teil der landwirtschaftlichen Flächen Fayoums besteht aus Alluvialböden, die im Laufe von Jahrtausenden durch periodisch auftretende Überschwemmungen des Nil entstanden sind. Die Bandbreite reicht von schweren über leichte Tonböden bis hin zu sandigen Böden am Rand der Oase. Der Salzgehalt ist in den höheren Lagen gering, in den niedrigeren, an den Karunsee grenzenden Regionen dafür um so höher. Die relativ hohen Salzgehalte sind nach DRIESSEN & DUDAL (1991) für eine Depression ein natürliches geologisches Phänomen. Die durch den einzigen Kanal begrenzten Wassermengen für dieses Governorat rufen vor allem in dessen Randgebieten einige Probleme hervor. So werden beispielsweise die am Ende der Kanäle liegenden Ortschaften in den Sommermonaten nicht mit ausreichen Wasser versorgt, Versalzung und Degradierung der Böden sind die Folgen.

Nach letzten Schätzungen der Regierung (1997) leben über zwei Mio. Menschen in diesem Governorat, welches in fünf Distrikte aufgeteilt ist (Fayoum, Sinnouris, Tamiya, Ibshaway und Itsa). Etwa 35 km westlich der Landeshauptstadt Fayoum, an der Grenze zum Ibshaway-Distrikt liegt das Dorf Sakaran, in dem die meisten Untersuchungen stattfanden (siehe Abb. 2; roter Kasten, Seite 9). Informationen der EGYPTIAN BIO-DYNAMIC ASSOCIATION (EBDA) zufolge, bewirtschaften 70 % der dort ansässigen Landwirte ihre Äcker nach biologisch-dynamischen Grundsätzen (Mitglieder im DEMETER-Verband). Für die Untersuchungen des konventionellen Anbaus von Baumwolle wurden Flächen im Nachbarort Talaat ausgewählt.

2 Streifenanbau von Baumwolle

Baumwolle wird in Ägypten seit mehr als 150 Jahren in der gleichen Art und Weise angebaut. Nach dem Pflügen der Felder werden kleine Dämme von etwa 30 cm Breite aufgehäuft, die vorzugsweise so ausgerichtet sind, dass sie von Ost nach West verlaufen. Damit wird erreicht, dass die Sonneneinstrahlung auf der Südseite der Dämme die Erde für die Keimung der Baumwollsaat optimal erwärmt. Die Samen werden dann im oberen Drittel der Dämme eingebracht, sodass die (durch Verdunstung) höhere Salzkonzentration in der Dammspitze das Wachstum der Baumwollpflanzen nicht beeinträchtigt. Die unteren zwei Drittel des Dammes eignen sich aufgrund der überwiegend praktizierten Überstaubewässerung nicht für die Aussaat. In der Regel haben die Dämme einen Abstand von 60 - 70 cm zueinander, die Gräben dazwischen werden in zweiwöchigen Abständen geflutet.

Der Streifenanbau, auch Alley cropping genannt, ist im ägyptischen Baumwollanbau nicht bekannt. Lediglich der Misanbau von Baumwolle mit Zwiebeln (*Allium cepa*) hat in gewissen Regionen Ägyptens und überwiegend bei Kleinbauern einen gewissen Stellenwert (ABDEL-SALAM, 1999). Mit verschiedenen anderen Kulturen, wie Mais, Weizen, Sesam und Sojabohne wurden bisher Misanbauversuche mit unterschiedlichem Erfolg durchgeführt (STEINER, 1984).

Ziel dieses Teils der Untersuchung ist es, Alternativen zum reinen Baumwollanbau zu identifizieren, da sich dieser mit der Abnahme staatlicher Intervention immer weniger lohnt. Die Alternativen können vor allem für ökologisch wirtschaftende Bauern interessant sein, denn sie bieten die Möglichkeit, solche Kulturen anzubauen, die nicht nur einen zusätzlichen Ertrag innerhalb der Baumwollwachstumsperiode erwirtschaften können, sondern u. U. auch eine repellente Wirkung auf den Komplex der Baumwollschädlinge ausübt. Ein Vergleich der erwirtschafteten Erträge kann dann Aufschluss über die Wirtschaftlichkeit der untersuchten Varianten geben. Dabei ist vor allem darauf zu achten, dass allen Varianten die gleichen Flächenverhältnisse zugrunde liegen. Da diese Untersuchung ausschließlich in biologisch-dynamischen Betrieben durchgeführt wurde, war ein Vergleich der Varianten im konventionellen Anbau nicht vorgesehen. Im Falle von reinem Baumwollanbau fand jedoch ein Vergleich der unterschiedlichen Bewirtschaftungsformen statt (vgl. Kap. 3).

2.1 Methodik

Im folgenden wird die Methodik des Streifenanbaus der Baumwolle, wie er in den Jahren 1998 und 1999 zu Versuchszwecken durchgeführt wurde, näher erläutert. Hierbei sind der Versuchsaufbau, die Auswahl der verschiedenen Kulturen und die Evaluierungsmethoden von Bedeutung.

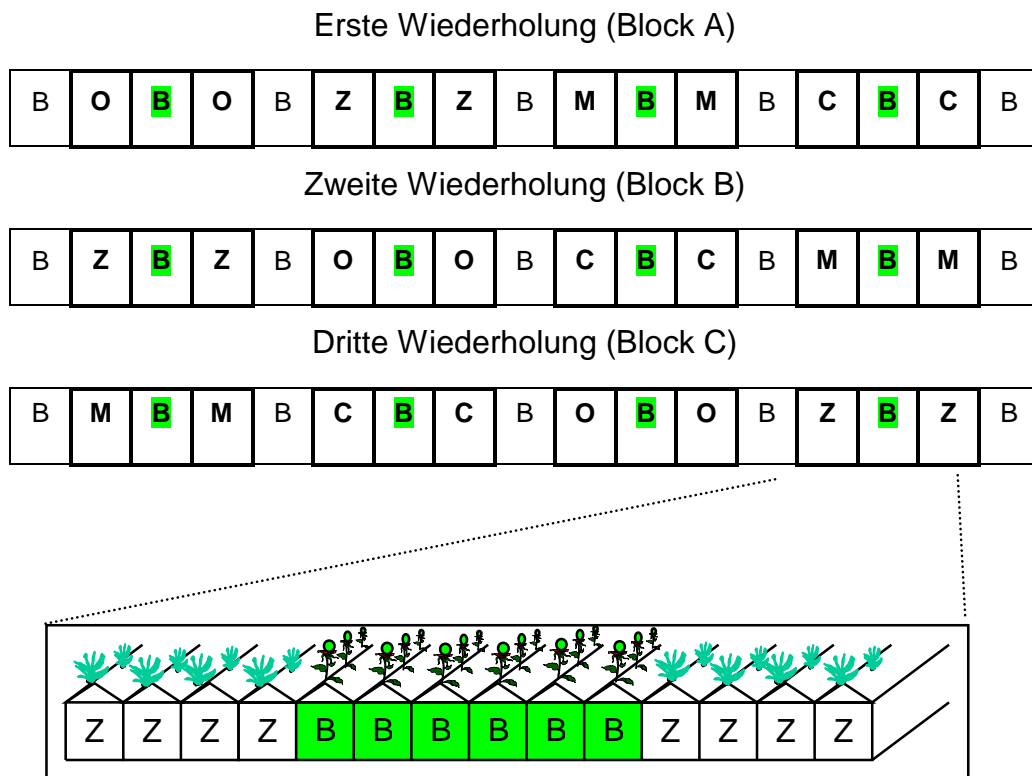
2.1.1 Versuchsaufbau

Zunächst mussten Flächen gefunden werden, die von ihren Maßen für die Versuchsanordnung geeignet waren, da der Streifenanbau mit insgesamt vier verschiedenen Kulturen und jeweils drei Wiederholungen relativ viel Platz benötigt. Die Landbesitzverhältnisse im Untersuchungsgebiet und damit auch die Größe der einzelnen Baumwollfelder sind jedoch als kleinbäuerlich zu bezeichnen. Die durchschnittliche Betriebsgröße beläuft sich auf ca. zwei Feddan (= 0,84 ha), womit die einzelnen Baumwollfelder selten größer als ein Feddan waren. Wichtig für die Auswahlkriterien der Versuchsfläche war außerdem, dass auf allen Flächen die gleiche Vorfrucht (*Trifolium alexandrinum*) angebaut wurde.

Schon bei der Aussaat der Baumwolle wurden die Reihen ausgelassen, auf denen anderen Kulturen angebaut werden sollten. Es wurden jeweils sechs Reihen Baumwolle gesät und dann vier Reihen frei gelassen, sodass das ganze Feld abwechselnd mit Baumwolle und den anderen Kulturen bedeckt war. Für das erste Jahr der Untersuchungen (1998) konnte kein zusammenhängendes Feld gefunden werden, welches alle Kriterien erfüllte. Demnach wurde für jede Wiederholung ein eigenes Feld ausgewählt. Für das Folgejahr ergab sich jedoch die Möglichkeit, alle Wiederholungen auf ein und dem selben Feld unterzubringen (Siehe hierzu Darstellungen im Anhang: Abb. A - D, außerdem einen Lageplan der Versuchsflächen unter Abb. E).

Diejenigen Baumwollstreifen, die nicht mit der gleichen Kultur umgeben sind, waren für die Untersuchungen unbedeutend. Auch die Randlagen der Versuchsfläche wurden nicht für Probenahmen herangezogen, da andere Einflüsse (Wege, Kanäle, andere Kulturen u.v.m.) die Versuchsergebnisse beeinträchtigen können.

In der Abbildung 3 (Seite 13) ist der Versuchsaufbau graphisch dargestellt und zeigt in der Detailzeichnung, dass der zu untersuchende Baumwollstreifen jeweils mit zwei Streifen der gleichen Kultur umgeben war.



B / B = Baumwolle; O = *Ocimum basilicum* (Basilikum); Z = *Cymbopogon citratus* (Zitronengras); M = *Origanum majorana* (Majoran); C = *Capsicum frutescens* (Chili)

Abb. 3: Graphische Darstellung des Versuchsaufbaus mit Detailzeichnung

Nach durchgeführten Bodenuntersuchungen (siehe Anhang, Tab. B) konnten nur geringe Unterschiede der verschiedenen Standorte festgestellt werden, die aber keinen Einfluss auf die anstehenden Untersuchungen hatten.

2.1.2 Auswahl der verschiedenen Kulturen

Bei der Auswahl der verschiedenen Kulturen, die mit Baumwolle angebaut werden sollten, wurden Beispiele aus der Literatur herangezogen (vgl. Kap. 2.3). Gleichzeitig war es aber auch von entscheidender Bedeutung, die vorherrschende Situation zu beurteilen und die Pflanzen auf folgende Kriterien zu prüfen:

- Saisonale Tauglichkeit
- Repellenter Effekt auf den Schädlingskomplex der Baumwollkultur
- Bekanntheitsgrad bei den Landwirten der Region
- Vermarktungsmöglichkeiten

Die saisonale Tauglichkeit ist von Bedeutung, da es im Sommer im Versuchsgebiet Temperaturen bis 50°C bei sehr niedriger relativer Luftfeuchtigkeit geben kann. Die Baumwollpflanze ist wie kaum eine andere Kultur an diese Klimaverhältnisse

angepasst. Auch die Bewässerungsintervalle von 14 Tagen können den Anbau verschiedener Kulturen beeinträchtigen.

Die auszuwählenden Pflanzen sollten möglichst einen zumindest abstoßenden Effekt auf die in der Baumwolle vorkommenden Schädlinge haben. Ein Mischanbau mit Kulturen, die als Neben- bzw. Hauptwirt von Baumwollschädlingen bekannt sind, sollte vermieden werden. Auch der Anbau von sogenannten Fangpflanzen war nicht Teil dieser Untersuchung.

Die Einführung neuer, unbekannter Kulturen sollte immer mit einer entsprechenden Beratung verbunden sein. Da dafür weder Zeit noch Mittel zur Verfügung standen, wurde diese Möglichkeit ausgeschlossen. Um einen reibungslosen Anbau unterschiedlicher Kulturen auf ein und demselben Feld zu gewährleisten, sollten die ausgewählten Pflanzen den Landwirten bekannt sein.

Ein weiteres wichtiges Auswahlkriterium stellt die Möglichkeit der lokalen oder überregionalen Vermarktung dar. Diese ist in der Regel eng mit dem Bekanntheitsgrad einer Kultur gekoppelt. Der Aufbau von Vermarktungsstrukturen einer regional noch unbekannten Kultur konnte nicht Teil dieses Vorhabens sein.

Nach der Berücksichtigung der oben genannten Kriterien wurden für die Untersuchungen folgende Kulturen ausgewählt:

- Basilikum (*Ocimum basilicum* L.)
- Majoran (*Origanum majorana* L.)
- Chilipfeffer (*Capsicum frutescens* L.)
- Zitronengras (*Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf)

Mit der Ausnahme von Basilikum wurden alle anderen Kulturen als Setzlinge nach der ersten Bewässerung der Baumwolle verpflanzt. Die Basilikumsamen wurden zusammen mit der Baumwollsaat auf den vorgesehenen Streifen ausgebracht.

2.1.3 Evaluierungsmethoden

In regelmäßigen Abständen wurden während der Baumwollvegetationsperiode verschiedene Evaluierungsmethoden angewendet, um Veränderungen der Arthropodenfauna zu beschreiben. Gleichzeitig wurden verschiedene pflanzenphysiologische Parameter gemessen. Des weiteren wurden auf allen Versuchsflächen Ertragsmessungen durchgeführt, um anschließend eine ökonomische Bewertung möglich zu machen.

2.1.3.1 Arthropoden-Monitoring an den Baumwollpflanzen

Zur Beschreibung der Fauna in einem Ökosystem bietet es sich an, ein Arthropoden-Monitoring durchzuführen. Im Fall dieser Untersuchung wurden vorkommende Arthropoden auf Baumwollpflanzen quantitativ und qualitativ erfasst. Hierfür wurden in zweiwöchentlichem Rhythmus jeweils fünf Blätter und Kapseln von fünf randomisiert ausgewählten Baumwollpflanzen pro Variante und Wiederholung nach Arthropoden abgesucht. Die Ergebnisse der Zählungen wurden auf dem Feld in dafür vorgesehene Datenblätter eingetragen, um sie später auswerten zu können. Da eine Bestimmung der vorkommenden Individuen mit dem bloßen Auge nicht möglich war, beschränkte sich die Bestimmung auf Familienebene. Um das Auftreten von Fehlern zu minimieren wurden die Untersuchungen immer zur gleichen Tageszeit und von der gleichen Person durchgeführt. In Zweifelsfällen, oder wenn Arthropoden unbekannt waren, wurden Exemplare mitgenommen, um sie später im Labor zu bestimmen. Am Anfang der Vegetationsperiode (Mitte März bis Mitte Juni) beschränkte sich das Arthropoden-Monitoring auf Blätter, denn erst ab Mitte Juni werden unter den vorherrschenden Bedingungen Blüten gebildet.

Die so erhobenen Daten wurden zunächst mit EXCEL[®] bearbeitet, um sie später mit SPSS[®] statistisch auswerten zu können.

2.1.3.2 Pflanzenphysiologie

Während der gesamten Untersuchung wurden an den Baumwollpflanzen verschiedene pflanzenphysiologische Parameter gemessen und gezählt. Zehn randomisiert ausgewählte Pflanzen wurden pro Baumwollstreifen analysiert. Registriert wurde die Anzahl der kapseltragenden Äste, die Gesamtzahl der Kapseln pro Pflanze und die Pflanzenhöhe. Diese Messungen bzw. Zählungen lassen einen Vergleich physiologischer Merkmale der Baumwollpflanze zu, die neben unterschiedlichen anderen Kulturen angebaut werden. Zusätzlich wurde auch die Bestandesdichte gemessen, indem die auf zwei Reihen stehenden Baumwollpflanzen auf einer Länge von fünf Metern gezählt wurden. Daraus wurde die Anzahl der Pflanzen pro Quadratmeter errechnet.

2.1.3.3 Ertragsmessungen

Am Ende der Vegetationsperiode, also zum Zeitpunkt der Ernte, wurden Ertragsmessungen durchgeführt. Das Ernten der Baumwolle in Ägypten ist ausschließlich Handarbeit. Zum Erntetermin werden Frauen und Kinder von den Bauern angeheuert, die früh morgens mit dem Pflücken der Baumwolle beginnen. Nachmittags kann nicht mehr

gepflückt werden, da aufgrund der hohen Temperaturen und der niedrigen relativen Luftfeuchtigkeit, trockene Blätter das Erntegut verunreinigen würden. Geerntet wurde jeweils zur gleichen Tageszeit, um eventuell auftretende Feuchtigkeitsunterschiede zu vermeiden. Die einzelnen Baumwollstreifen des Streifenversuches bedecken nur eine relativ geringe Fläche. Deshalb wurde der Ertrag vom gesamten Streifen berücksichtigt, die Fläche gemessen und der Ertrag pro Flächeneinheit errechnet. Aufgrund der Versuchsanordnung wurden damit jeweils drei Wiederholungen pro Variante erfasst und der durchschnittliche Ertrag ermittelt. Das zu messende Erntegut wurde in Säcken gesammelt und gleich anschließend gewogen. Die verwendete Waage war mechanisch mit einer Genauigkeit von 0,01 kg.

2.1.3.4 Ökonomische Beurteilung

Nicht nur für die Landwirte selber, sondern auch für die Untersuchung war es von Bedeutung, den Streifenanbau auf seine Wirtschaftlichkeit zu prüfen. Ökonomische Eckdaten für eine solche Beurteilung wurden durch eine Befragung der Bauern erhoben. Sowohl die Kosten als auch die Erträge der zusätzlichen Kulturen wurden gemessen und berechnet, um ein vollständiges Bild zu erhalten. In Form von Deckungsbeiträgen konnten die verschiedenen Varianten anschließend verglichen werden. Der vorherrschende, reine Baumwollanbau wurde ebenfalls ökonomisch analysiert, um auch hier Vergleiche mit dem Streifenanbau anstellen zu können.

2.2 Ergebnisse

Die zweijährige Untersuchung des Streifenanbaus mit Baumwolle ergab eine Fülle von wertvollen Ergebnissen, die in den folgenden Kapiteln näher dargelegt werden. Zunächst werden jedoch allgemeine Ergebnisse dargestellt, die in erster Linie auf Beobachtungen beruhen und somit nicht statistisch abgesichert werden können. Da diese vorliegende Untersuchung nur mit Unterstützung der bilateralen Entwicklungszusammenarbeit möglich war, erlangen diese Beobachtungen einen besonderen Stellenwert, zum einen für weitere Arbeiten im selben Themenbereich und zum anderen für die Umsetzung von Empfehlungen in die Praxis des Baumwollanbaus in Ägypten.

2.2.1 Allgemeine Ergebnisse

Der Streifenanbau, auch "alley-cropping" oder "strip-cultivation" genannt, ist in Fayoum und wahrscheinlich in ganz Ägypten eine noch nahezu unbekannte Anbaumethode, die aber bei Landwirten und den zuständigen Behörden auf großes Interesse stößt. Bei der Auswahl der zu verwendenden Kulturen beteiligten sich die fortschrittlichen Bauern mit den unterschiedlichsten Ideen. Geranium (*Pelargonium* sp.) wurde versuchsweise im ersten Jahr der Untersuchung angebaut, konnte jedoch nicht weiter verwendet werden, da vor allem die Bewässerungsintervalle der Baumwolle (14 tägig) nicht für diese Kultur ausreichen. Als beobachtetes Ergebnis, lässt sich außerdem feststellen, dass Majoran (*Origanum majorana*) auch nur bedingt für den Streifenanbau geeignet ist. Dabei sind Setzlinge noch erfolgreicher als die Aussaat von Samen zusammen mit der Baumwolle. Sehr wichtig und bedeutend für eine gute Entwicklung der Streifenkulturen ist die Bekämpfung der auflaufenden Begleitflora, da sie sonst um Nährstoffe und Wasser mit der Kulturpflanze konkurriert. Die Baumwolle hingegen muss lediglich im Anfangsstadium (bis zur vollständigen Bodendeckung, Anfang bis Mitte Mai) im wöchentlichen Rhythmus gehackt werden, denn danach ist sie der Begleitflora überlegen. Beobachtet wurde eine intensive Unkrauthacke bis zu diesem Zeitpunkt. Danach wurden die Streifenkulturen diesbezüglich vernachlässigt. Auflaufende Begleitflora in der Baumwolle wird entweder toleriert oder von Frauen und Kindern als Futter für die Haustiere (z. B. für Kühe und Büffel) gesammelt und verfüttert. Herbizide werden in den kleinbäuerlichen Betrieben nicht angewendet, da sie zum einen zu teuer sind und zum anderen eine Verfütterung behandelter Pflanzen nicht mehr zulässt.

Um ein Abreifen der Baumwolle herbeizuführen, wird in der Regel die Bewässerung ab Mitte August eingestellt. Die Ernte kann dann ab Ende August bzw. Anfang September beginnen. Eine rechtzeitige Ernte der Streifenkulturen kann von Bedeutung sein, wenn diese frisch vermarktet werden sollen, da das fehlende Bewässerungswasser eine Notreife herbeiführt. Auch in diesem Fall wurden die Streifenkulturen zum Teil vernachlässigt, sodass sie auf dem Feld verblieben und mit Verlusten zu rechnen war. Auf Einzelheiten in Bezug auf den Ertrag und die damit verbundenen ökonomischen Aspekte wird in den folgenden Kapiteln 2.2.4 und 2.2.5 näher eingegangen.

Abschließend zu den beobachteten Ergebnissen lässt sich feststellen, dass der noch unbekannte Streifenanbau mit einigen Problemen behaftet war, die jedoch durch eine angemessene Beratung und mehr Anbaupraxis gelöst werden können. Generell ist diese Form der Bewirtschaftung möglich und bietet Alternativen zum reinen Baumwollanbau.

2.2.2 *Arthropoden-Monitoring an den Baumwollpflanzen*

Die Gesamtheit aller erhobenen Daten des Arthropoden-Monitorings führte zu vielen unterschiedlichen Ergebnissen, die im folgenden dargelegt werden. Zunächst wird auf die Unterschiede der Untersuchungsjahre eingegangen, um dann die Ergebnisse der Nützlinge und phytophager Familien im Streifenanbau darzustellen.

2.2.2.1 Unterschiede der Untersuchungsjahre

Zunächst unterscheiden sich die beiden Untersuchungsjahre in der absoluten Zahl, der durch diese Methode vorgefundenen Arthropoden. Dabei ist festzustellen, dass im Jahr 1999 im Durchschnitt nur 91 % der Individuen gefunden werden konnten, im Vergleich zum Vorjahr. Der jeweilige Anteil von Nützlingen an den Gesamtzählungen beträgt durchschnittlich $49,69 \% \pm 6,9$ (1998: $48,15 \% \pm 10,0$; 1999: $51,23 \% \pm 6,7$) und unterscheidet sich in beiden Untersuchungsjahren nicht signifikant (t-Test, $\alpha = 0,05$). Der Maximalwert wurde 1998, mit 62,72 % in Baumwollstreifen neben Basilikum erreicht, der Minimalwert konnte ebenfalls 1998 mit 40,14 % in der Zitronengrasvariante ermittelt werden.

Bei den Zählungen wurden insgesamt 16 verschiedene Gruppen unterschieden, die im gesamten Untersuchungszeitraum auftraten. Von diesen sind sechs Gruppen den Nützlingen zuzuordnen, die nicht weiter spezifiziert werden konnten (vgl. Kapitel 2.1.3.1). Vertreter der Gruppe Araneae sowie der Familien Carabidae, Chrysopidae, Coccinellidae, und Formicidae sind in den Jahren 1998 und 1999 bei jedem Untersuchungstermin

angetroffen worden. Eine Ausnahme dabei stellt die Familie Staphylinidae dar, die zwar 1998 stets gefunden wurde, jedoch im Juli und August 1999 nicht registriert werden konnte. Tabelle 2 veranschaulicht die auftretenden Unterschiede des Arthropoden-Monitorings der Untersuchungsjahre 1998 und 1999 in einer zusammengefassten Form.

Tab. 2: Unterschiede der Untersuchungsergebnisse zweier Versuchsjahre (1998 und 1999) im Streifenanbau mit Baumwolle.

Jahr / Arthropoden	Baumwoll zwischen Streifen von:					Ø
	<i>Capsicum frutescens</i>	<i>Cymbopogon citratius</i>	<i>Ocimum basilicum</i>	<i>Origanum majorana</i>		
1998	Summe ¹	81,8 ± 8,4	98,0 ± 10,4	114,0 ± 31,1	76,7 ± 11,8	92,6 ± 16,9
	Nützl. ²	37,3 ± 0,5	39,3 ± 1,9	71,5 ± 21,6	33,8 ± 3,4	45,5 ± 17,5
	Nützlinge (%) ³	45,6	40,1	62,7	44,1	48,2 ± 10,0
1999	Summe	89,0 ± 9,0	80,7 ± 5,9	72,3 ± 9,2	83,7 ± 11,9	81,4 ± 7,0
	Nützl.	39,0 ± 3,6	46,0 ± 2,9	41,0 ± 7,1	39,7 ± 5,9	41,4 ± 3,2
	Nützlinge (%)	43,8	57,0	56,7	47,4	51,2 ± 6,7
	% von 1998 ⁴	108,8	82,3	63,5	109,1	90,9 ± 22,2

¹) Gezählte Arthropoden insgesamt pro Variante (Mittelwerte aller Untersuchungstermine); ²) Gezählte Nützlinge pro Variante (Mittelwerte aller Untersuchungstermine); ³) Anteil der Nützlinge an allen gefundenen Arthropoden in Prozent (%) pro Variante; ⁴) Prozentsatz der 1999 gefundenen Arthropoden verglichen mit 1998 (%) pro Variante

Da sich das Verhältnis von Nützlingen zur Gesamtzahl der gefundenen Arthropoden in beiden Jahren nur kaum unterscheidet (im Mittel um drei Prozent), und keine wesentlichen Änderungen am Versuchsaufbau vorgenommen wurden, ist davon auszugehen, dass die unterschiedlichen Zählungsergebnisse in den verschiedenen Jahren der Untersuchung natürlichen Populationsschwankungen zuzurechnen ist.

2.2.2.2 Nützlinge in den Streifenkulturen

Eine Betrachtung der vier Streifenkulturen hinsichtlich vorkommender Arthropoden, zeigt zum Teil deutliche Unterschiede, nicht nur in absoluten Zahlen, sondern auch differenziert nach verschiedenen Gruppen und Familien. Dabei ist festzustellen, dass insgesamt (beide Untersuchungsjahre zusammengefasst) die meisten Arthropoden in Baumwollstreifen neben Basilikum ermittelt werden konnten. Auch die Zahl der vorkommenden Nützlinge ist in diesen Streifen deutlich höher. Abbildung 4 zeigt die Verteilung der Häufigkeiten vorkommender Arthropoden in den einzelnen Streifen.

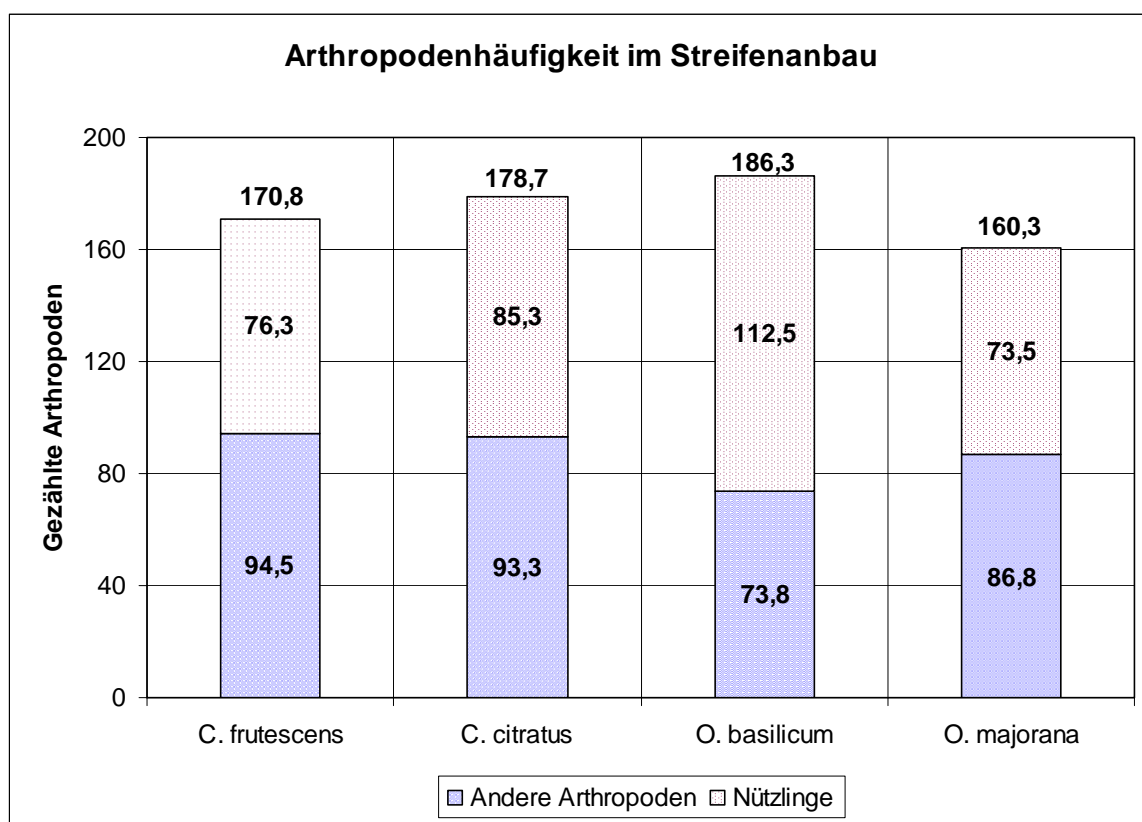


Abb. 4: Arthropodenhäufigkeiten in den verschiedenen Baumwollstreifen (kumulative Häufigkeiten aus den Mittelwerten dreier Wiederholungen pro Streifenkultur in den Untersuchungsjahren 1998 und 1999)

Über den einzelnen Säulen in der Abb. 4 sind die Gesamtzählungsergebnisse dargestellt wobei hier ein Unterschied von bis zu 26 Arthropoden zwischen den verschiedenen Varianten (*O. basilicum*; *O. majorana*) ermittelt wurde. Noch deutlicher wird dieses bei der Anzahl der gezählten Nützlinge, dabei wurden in der Basilikumvariante 39 Nützlinge mehr gezählt als beispielsweise in der Majoranvariante. Bei der statistischen Analyse der Daten ergeben sich jedoch nur schwach signifikante Unterschiede mit einem

Konfidenzintervall von 90 % ($\alpha = 0,1$) für die Basilikumvariante, alle anderen Varianten unterscheiden sich nicht signifikant voneinander.

Wie schon erwähnt, besteht die Gruppe der ermittelten Nützlinge aus sechs Gruppen und Familien, wobei den Spinnen die größte Bedeutung zukommt. Im Mittel sind über 63 % der ermittelten Nützlinge Spinnen, bezogen auf den Gesamtumfang der Zählungen erreichen sie über 30 % und sind damit die am häufigsten vorkommenden Arthropoden. Vor allem in der Majoran- und *Capsicum*-Variante erreichen sie annähernd einen Anteil von 70 % der Nützlinge (über 30 % aller Arthropoden). Auffallend war das häufige Auftreten einer kleinen Spinne (Fam.: Philodromidae; Gattung: *Thanatus* sp.), die überwiegend direkt an den Kapseln beobachtet wurde. Als zweithäufigste Familie der Nützlinge sind die Florfliegen (Chrysopidae) zu nennen, denn auch sie sind im Mittel mit fast 14 % bei den Zählungen vertreten.

Auch die anderen vorkommenden Familien, wie Formicidae (Ameisen), Coccinellidae (Marienkäfer), Staphylinidae (Kurzflügelkäfer) und Carabidae (Laufkäfer) spielen, bei getrennter Betrachtung der verschiedenen Streifen, eine gewisse Rolle. So war der Anteil von Marienkäfern an den Nützlingen in der *O. basilicum* Variante am höchsten und in der *O. majorana* Variante am niedrigsten. Abbildung 5 (Seite 22) veranschaulicht die prozentualen Anteile verschiedener Familien an der Gruppe der Nützlinge. Dabei wird das gesamte Auftreten aller Individuen dieser Gruppe jeweils als 100 % dargestellt. Der Abbildung kann entnommen werden, dass im Falle Basilikum zwar weniger Spinnen angetroffen werden, dafür aber die anderen Gruppen häufiger sind. An den Baumwollpflanzen, die zusammen mit *C. citratus* angebaut wurde, konnten im Mittel über den gesamten Untersuchungszeitraum die meisten Ameisen (Formicidae) ermittelt werden. Dabei handelt es sich überwiegend um eine kleine Ameisenart (Formicinae, *Paratrechina* sp.), die auch in Barberfallen (siehe Kapitel 3.2.2) mit hoher Abundanz angetroffen werden konnte. Laufkäfer (Carabidae) wurden in erster Linie im Bereich der Kapseln angetroffen und eine Differenzierung ist nur bedingt möglich. Als häufigste Unterfamilie konnten die Bembidiinae (*Bembidion* spp.) identifiziert werden.

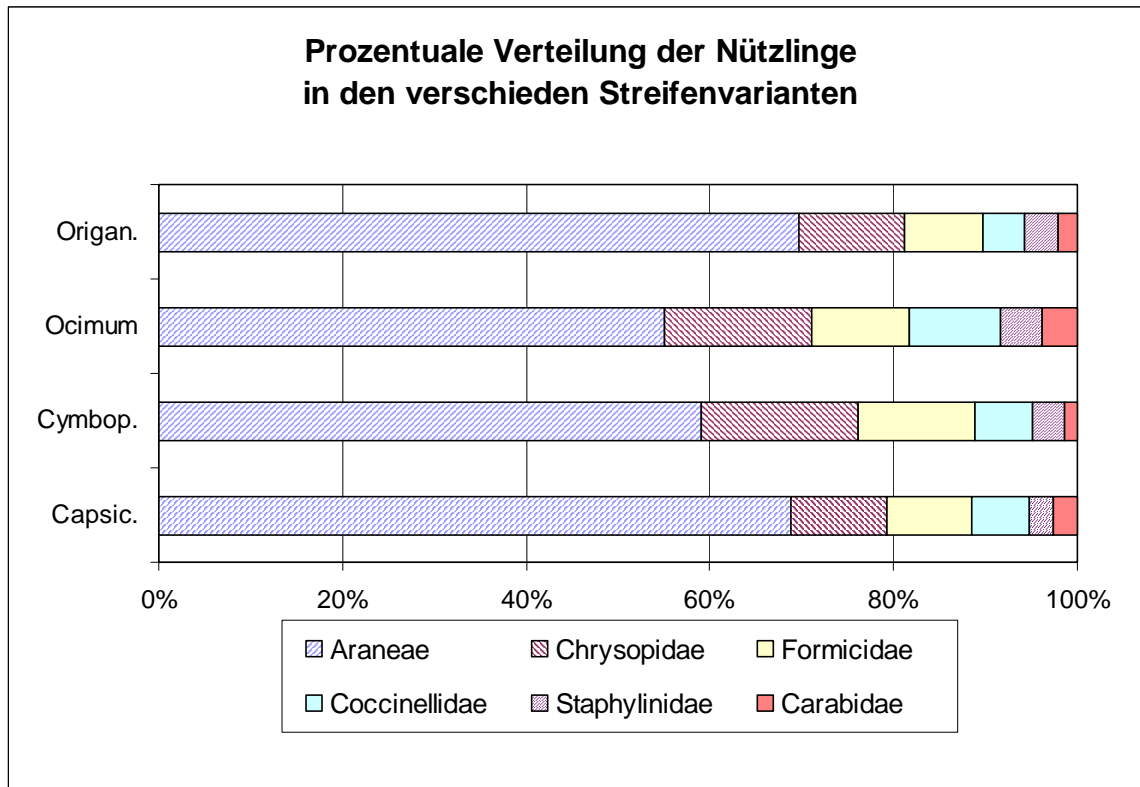


Abb. 5: Anteil verschiedener Familien (in %) an der Gruppe der Nützlinge, errechnet aus den Mittelwerten dreier Wiederholungen je Variante. Ergebnisse der Untersuchungsjahre 1998 und 1999.

Vergleicht man die dargestellten Ergebnisse der Nützlinge mit dem Vorkommen phytophager Familien, lassen sich über die Wirkung der Streifenkulturen einige Theorien aufstellen, die im Kapitel 2.3 diskutiert werden. Allgemein lässt sich zum Auftreten von Nützlingen in den Streifenkulturen feststellen, dass eine hohe Aktivität auf den Versuchsflächen herrschte, die nur teilweise durch die Zählungsergebnisse wiedergegeben werden kann. Bedingt durch die hohen Temperaturen während der Untersuchungstermine sind viele Arthropoden sehr schnell. Vor allem geflügelte Spezies der Ordnungen Diptera, Hemiptera und Hymenoptera, konnten nur selten quantifiziert werden.

2.2.2.3 Phytophage Familien

Während des Monitorings der Baumwollpflanzen wurden neben den Nützlingen auch phytophage Familien angetroffen und quantifiziert. Hierbei handelt es sich in erster Linie um die Familien Aphididae, Aleyrodidae, Thripidae, Psyllidae und Cicadellidae. Vor allem im letzten Drittel der Vegetationsperiode (Juli und August) wurden zunehmend Kapselwürmer (*Pectinophora gossypiella*; *Earias insulana*) registriert. Da während des Monitorings eine Differenzierung der beiden Schädlinge nicht möglich war, wurden sie in einer Gruppe zusammengefasst. Sehr selten und deshalb nicht in den Ergebnissen

dieser Untersuchung berücksichtigt sind phytophage Familien wie Acrididae, Tetranychidae, Diaspididae und andere Vertreter der Ordnung Homoptera.

Durchschnittlich sind in allen Varianten die phytophagen Familien mit 43,1 % am gesamten Arthropodenaufkommen vertreten. Die niedrigsten Vorkommen finden sich in der Baumwolle - *O. basilicum* Variante mit 33,3 %, die höchsten in den Baumwollstreifen neben *C. frutescens*. Die häufigsten Vertreter der phytophagen Familien sind zum einen die Zikaden (überwiegend *Jacobiasca lybica* De Berg) mit 11,1 % und zum anderen der Komplex der Kapselwürmer (*P. gossypiella* und *E. insulana*) mit durchschnittlich 13,1 % an der gesamten Arthropodenzählung. Die folgende Abbildung 6 veranschaulicht die prozentuale Verteilung der phytophagen Familien in den verschiedenen Baumwollvarianten.

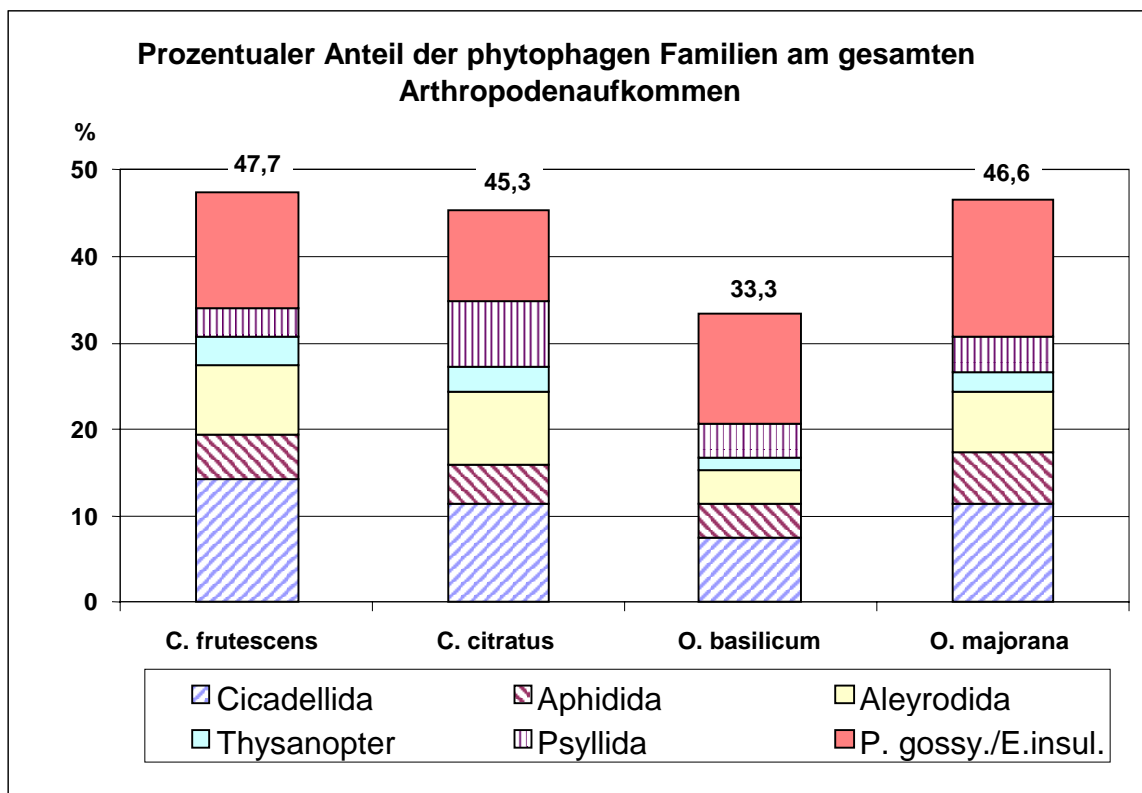


Abb. 6: Verteilung der phytophagen Familien (in %) am gesamten Arthropoden-Monitoring des Streifenanbaus. Mittelwerte aus zwei Untersuchungsjahren (1998 und 1999) mit jeweils drei Wiederholungen. Zahlen oberhalb der Säulen geben die Summe der erhobenen phytophagen Individuen an.

Da die Häufigkeiten der auftretenden Kapselwürmer einen direkten Einfluss auf den Baumwollertrag haben kann, ist eine Ermittlung aufgrund der gefundenen Schadbilder, wie in dieser Untersuchung geschehen, nicht alleine ausreichend. Die Larven von *P. gossypiella* verbringen fast ihre komplette Entwicklung innerhalb der Kapseln und bohren danach ein kreisrundes Loch (von Innen nach Außen) in die äußere Kapsel-

wand, um sich im Boden zu verpuppen. Der Befall lässt sich nur anhand von Kapselproben genau bestimmen, wie anschließend im Kapitel 4.1.3.1 näher beschrieben wird. Dagegen leben die Larven von *E. insulana* frei, sie sind nicht nur auf eine einzelne Kapsel angewiesen, sondern fressen sich teilweise in mehrere Kapseln nacheinander hinein. Die so entstehenden Löcher sind unregelmäßig, und in vielen Fällen werden die Kapseln anschließend von phytophathogenen Pilzen befallen.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass die Baumwolle - *O. basilicum* Variante zum einen die meisten Nützlinge aufwies und zum anderen die wichtigen Schädlingsarten von der Baumwolle besser fernhielt, als die anderen Streifenvarianten in dieser Untersuchung. Vor allem kleine saugende Insekten wurden offenbar durch den intensiven Geruch des Basilikums abgeschreckt (SIMMONDS et al., 1992).

2.2.3 Pflanzenphysiologie

Während beider Untersuchungsjahre (1998 und 1999) wurden pflanzenphysiologische Parameter der Baumwollpflanzen gezählt bzw. gemessen. Mit Hilfe dieser Parameter wird es ermöglicht, die Entwicklung der Baumwollkultur unter verschiedenen Bedingungen zu vergleichen. So wurde beispielsweise im ersten Untersuchungsjahr ein verstärktes vegetatives Wachstum der Baumwollpflanzen neben Basilikum beobachtet, welches sich im Folgejahr jedoch nicht wiederholte. An zwei Untersuchungsterminen, jeweils im Juni und August jedes Untersuchungsjahres wurde die Anzahl der kapselbildenden Zweige, die Gesamtzahl der Kapseln und die Pflanzenhöhe ermittelt. Auffallend dabei ist, dass die Baumwollpflanzen, die direkt an die Streifenkulturen grenzen, deutliche Unterschiede zu denen aufweisen, die in der Mitte der jeweiligen Baumwollstreifen wachsen. Im Übergangsbereich zwischen Streifenkultur und Baumwollstreifen sind offensichtlich die Wachstumsbedingungen besser, und die Baumwollpflanzen entwickeln sich hier stärker als an anderen Standorten innerhalb der Streifen. Dies zeigt sich deutlich sowohl in der Zahl der kapseltragenden Zweige, in der Anzahl der Kapseln, und in der Pflanzenhöhe. Die folgende Abb. 7 (Seite 25) zeigt die physiologischen Unterschiede im August 1999 in Abhängigkeit der Position im jeweiligem Streifen (Links; Mitte; Rechts). Die Dargestellten Zahlen sind Mittelwerte aus drei Wiederholungen und aus einer einjährigen Untersuchung.

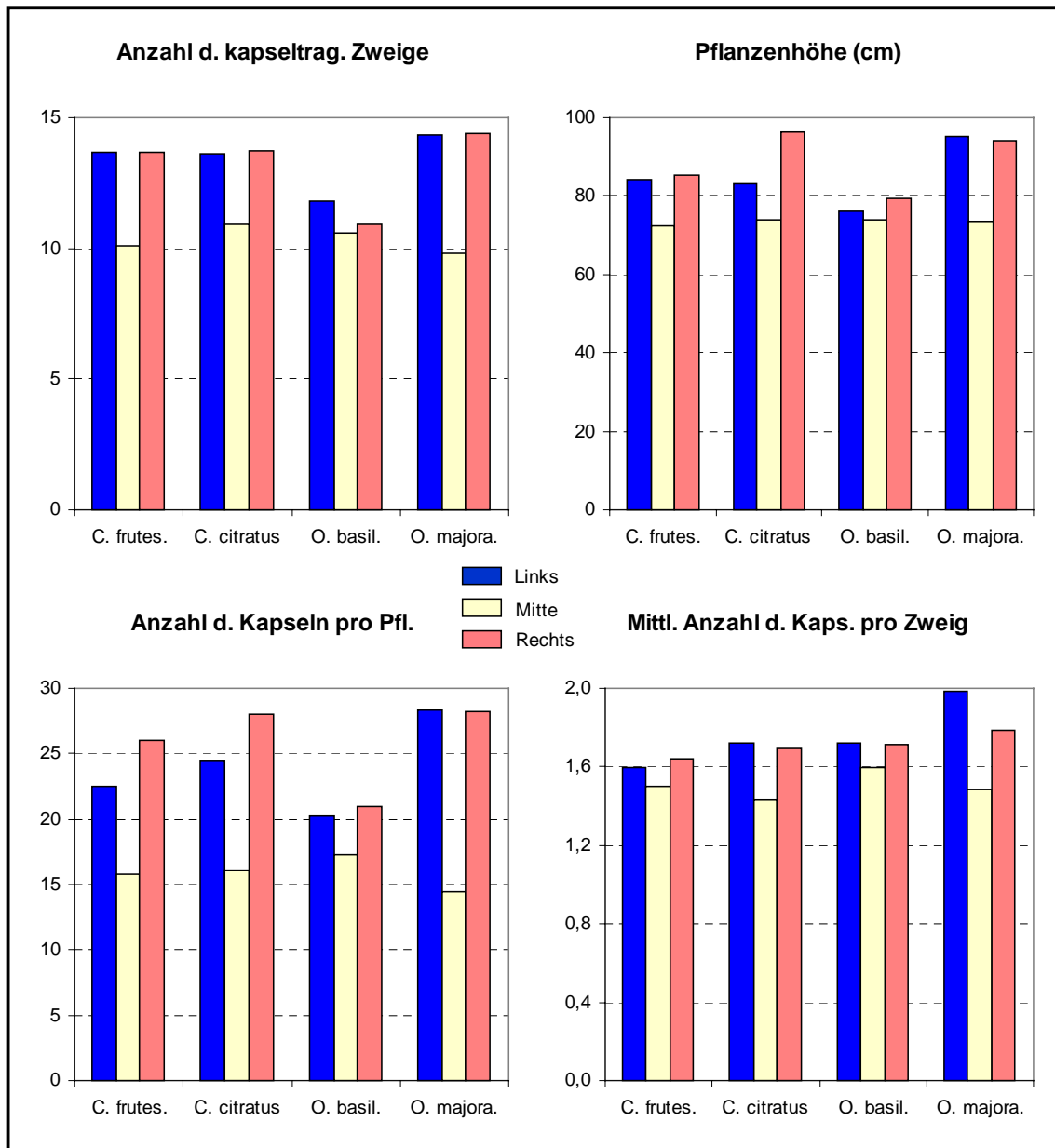


Abb. 7: Darstellung der unterschiedlichen Ausprägung verschiedener physiologischer Parameter der Baumwollpflanze im August 1999 in Abhängigkeit von der Position im Baumwollstreifen (Links; Mitte; Rechts)

Beim Vergleich der Untersuchungsjahre lässt sich feststellen, dass sich im August 1998 alle gezählten und gemessenen Parameter signifikant von denen im August 1999 unterscheiden. Die Streifenvariante Baumwolle - *O. basilicum* erreichte im ersten Untersuchungsjahr die höchste Anzahl kapselbildender Zweige mit einem Mittelwert von 18 Zweigen pro Pflanze wohingegen im Folgejahr dieselbe Variante im Mittel nur 11,1 Zweige pro Pflanze ausbildete. Auch bei der Gesamtzahl der Kapseln wird diese Tendenz bestätigt, so wurden 1998 bei der Variante Baumwolle - *C. citratus* im Mittel 37,6 Kapseln pro Pflanze gezählt, 1999 dagegen waren es im selben Zeitraum durchschnittlich nur 22,2 Kapseln pro Pflanze. Am deutlichsten zeigten sich die Unterschiede in der gemessenen

Pflanzenhöhe. Im August 1998 erreichten alle Varianten eine durchschnittliche Pflanzenhöhe von 110,9 cm, im darauf folgenden Jahr sind die größten Pflanzen, mit durchschnittlich 87,6 cm in der Variante Baumwolle - *O. majorana* gemessen worden. Zwischen den einzelnen Varianten innerhalb der selben Untersuchungsjahre konnten jedoch keine signifikanten Unterschiede gefunden werden. Die Erwartungen, dass sich auch die Erträge im selben Verhältnis ausprägen, konnten jedoch nicht bestätigt werden. Mit Ausnahme von *O. basilicum* waren alle Varianten 1999 ertragreicher als im Vorjahr. Dieses kann zum einen durch das unterschiedliche Ertragsniveau der beiden Jahre erklärt werden, zum anderen hat auch die Pflanzendichte einen gewissen Einfluss. Hierfür wurden jeweils mit fünf Wiederholungen (Auszählung der Baumwollpflanzen in zwei Reihen auf jeweils fünf Meter Länge) die Pflanzendichte im Streifenanbau gezählt und auf die gleiche Flächeneinheit berechnet. Dabei ergab sich eine um 38 % höhere Pflanzendichte im Jahr 1999, mit insgesamt 39 871 Pflanzen pro Feddan, gegenüber 24 710 Pflanzen im Vorjahr. Diese Zahlen berücksichtigen jeweils den 60 %igen Anteil der Baumwolle an der Gesamtfläche (siehe Kapitel 2.2.4; Ertragsergebnisse).

2.2.4 Ertragsergebnisse

Die Ermittlung der Erträge im Streifenanbau ist nicht nur für die Ergebnisse dieser Untersuchung von Bedeutung, sondern liefert gemeinsam mit der ökonomischen Analyse außerdem Argumente für oder gegen diese Art der Bewirtschaftung. Da die Versuchsfelder mit unterschiedlichen Kulturen bewirtschaftet wurden, mussten die Erträge anteilig für die jeweilige Fläche berechnet werden. Wie schon im Kapitel 2.1.1 (Versuchsaufbau) beschrieben, wurden sechs Reihen Baumwolle neben vier Reihen Alternativkulturen angebaut, sodass sich bei der Ermittlung der Erträge ein Verhältnis von 60 % Baumwolle und 40 % alternativer Kulturen ergibt. Die Ertragszahlen werden demnach immer als 60 %iger Anteil einer Flächeneinheit angegeben. Bei der statistischen Analyse der beiden Untersuchungsjahre ergaben sich hochsignifikante Unterschiede zwischen allen Gruppen (Fischertest: $P < 0,001$). Demnach waren die Erträge in 1998 wesentlich niedriger als im Folgejahr der Untersuchung, mit Ausnahme der Variante Baumwolle - *Ocimum basilicum*, wie in Tabelle 3 (Seite 27) gezeigt wird.

Tab. 3: Ertragsergebnisse der Baumwolle in Streifenkultur (Angaben in ken/fed: Ein Kentar = 157,5 kg Rohbaumwolle, ein Feddan = 0,42 ha). Anteil der Baumwolle an einer Flächeneinheit 60 %.

Baumwolle neben:	1998	1999	Ø
<i>Ocimum basilicum</i>	3,9 ± 1,4	3,7 ± 2,1***	3,8 ± 0,1
<i>Cymbopogon citratus</i>	2,9 ± 0,7	4,7 ± 1,4***	3,8 ± 1,3
<i>Origanum majorana</i>	3,0 ± 0,3	4,3 ± 1,1***	3,7 ± 0,9
<i>Capsicum frutescens</i>	2,9 ± 0,3	3,8 ± 0,5***	3,3 ± 0,6
Ø	3,2 ± 0,5	4,1 ± 0,7***	3,7 ± 0,5

Mittelwerte und deren Standardabweichung aus jeweils drei Wiederholungen. Durchschnitte errechnet aus den Mittelwerten der Jahre 1998 und 1999.

*** (P<0,001), signifikant Versch. gegenüber 1998; Ø = Mittel aus den Jahren '98 u. '99

Der Baumwollstreifen neben *Capsicum frutescens* hat im Durchschnitt der beiden Untersuchungsjahre den niedrigsten Ertrag, wohingegen sowohl *Ocimum basilicum*, als auch *Cymbopogon citratus* im Mittel die besten Erträge lieferten. Im ersten Jahr war *O. basilicum* um fast einen ken/fed ertragreicher als alle anderen Varianten, 1999 kehrte sich dieses Verhältnis jedoch zum Gegenteil. Im selben Jahr erreichte die Variante mit *C. citratus* den höchsten Ertrag in dieser Untersuchung, mit 4,7 ken/fed.

Beim Vergleich der verschiedenen Streifenkulturen untereinander, lässt sich nachweisen, dass im ersten Jahr (1998) der Untersuchung keine signifikanten Unterschiede zwischen den Erträgen bestehen. Im Folgejahr (1999) erreichen die beiden Varianten *C. citratus* und *O. majorana* jedoch signifikant höhere Erträge als die anderen Streifenkulturen (Tukey-Test; $\alpha = 0,05$). Hierbei bleibt stets zu berücksichtigen, dass das Ertragsniveau von 1998 im gesamten Untersuchungsgebiet deutlich unter dem des Folgejahres lag, wie die Ergebnisse aus dem vergleichendem Öko-Monitoring bestätigen (vgl. Kapitel 3.1.4). Vor diesem Hintergrund ist ein Vergleich zu den erzielten Erträgen in der Region angebracht. Für einen Vergleich werden die Ertragszahlen anderer Flächen ebenfalls mit 60 % angegeben. Die Abbildung 8 (Seite 28) verdeutlicht die vorkommenden Unterschiede, von reinen Baumwollflächen und dem Streifenanbau in beiden Untersuchungsjahren, unter Berücksichtigung des 60 %igen Anteils an der Flächeneinheit.

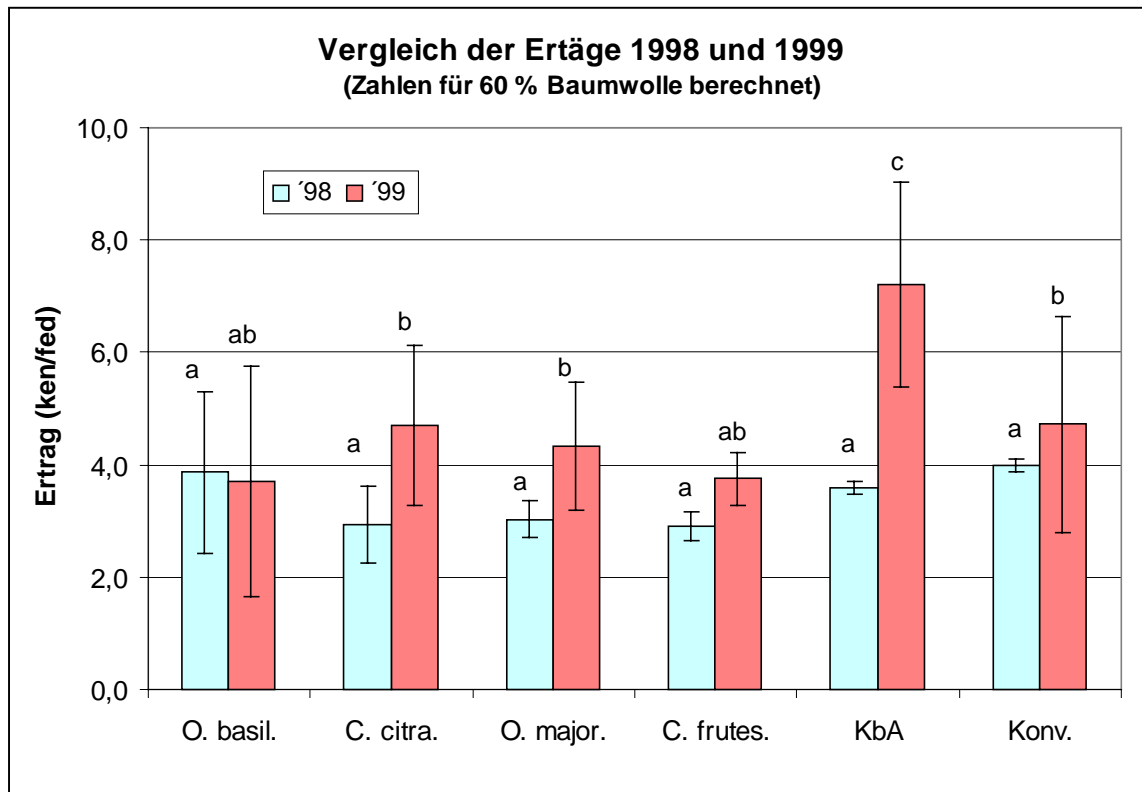


Abb. 8: Baumwollertrag (ken/fed) im Streifenanbau, verglichen mit den Erträgen von kontrolliert biologischen (KbA)- und konventionellen (Konv.) Flächen. Die Werte sind jeweils berechnet auf 60 %igen Anteil von Baumwolle. Säulen mit gleichen Buchstaben sind nicht signifikant voneinander verschieden (Tukey-Test; $P > 0,05$). Die Standardabweichungen sind als zusätzliche Balken aufgetragen.

Der Streifenanbau konnte mit den Varianten *C.citratus* und *O. majorana* im Jahr 1999 annähernd das Ertragsniveau des konventionellen Baumwollanbaus erreichen, wenn dieser auf den selben Anteil (60 % Baumwolle) berechnet wird. Hervorzuheben ist außerdem, dass im ersten Jahr der Untersuchung keine signifikanten Unterschiede zwischen den sechs untersuchten Varianten bestehen. Zum sehr hohen Ertrag von KbA-Baumwolle 1999: s. Kap. 3.2.6. Durch den Anbau von zusätzlichen Kulturen auf den verbleibenden 40 % der Fläche des Streifenanbaus konnten die Ertragsverluste der fehlenden Baumwolle zum Teil ausgeglichen werden. Die Ertragsmessungen der zusätzlichen Kulturen lassen sich nur bedingt gegenüberstellen, sodass auf sie an dieser Stelle verzichtet wird. Eine sich anschließende ökonomische Betrachtung im folgenden Kapitel (2.2.5) gibt aber Aufschluss über die Deckungsbeiträge der verschiedenen Streifenkulturen.

2.2.5 Ergebnisse der ökonomischen Beurteilung

Die folgenden Ergebnisse basieren auf Umfragen, die jeweils am Ende der Baumwollsaison stattfanden. Die erhobenen Daten zum Streifenanbau mit Baumwolle stellen dabei nur einen Teil der gesamten Befragungen dar. Mit insgesamt 60 Befragungen von kontrolliert biologisch wirtschaftenden Landwirten sind die erhobenen Daten für die Region, sowie die Bewirtschaftungsform repräsentativ. Laut Mitteilung der Egyptian Bio-Dynamic Association (EBDA, vom Oktober 1998) waren zum Zeitpunkt der Umfrage ca. 300 Landwirte im Governorat Fayoum als "bio-dynamic farmers" registriert, von denen sich etwa 25 % in der Umstellungsphase befanden. Die ökonomischen Details der konventionellen Baumwollproduktion wurden einer Umfrage eines holländischen Projektes (IPM Project Fayoum, Baseline Survey) entnommen, die mit einem Umfang von 250 Befragungen im gesamten Governorat Fayoum stattfand, sowie mit langjährigen Ergebnissen ökonomischer Analysen des Baumwollsektor Förderprogramms (CSPP) verglichen.

Für die Deckungsbeitragsrechnung wurden sowohl die erforderlichen Kosten für die jeweiligen Bewirtschaftungsformen, als auch die damit verbundenen Umsätze erhoben und berechnet. Die Kosten setzen sich zusammen aus landwirtschaftlichen Inputs, Lohnkosten für Arbeitskräfte und Fixkosten, wie die Pacht für die betreffenden Felder und die Abschreibung von landwirtschaftlichem Gerät. Die Umsätze errechnen sich aus dem Ertrag der jeweiligen Kultur und dem erzielten Preis. Die Baumwolle aus kontrolliert biologischem Anbau konnte in beiden Jahren zwischen 15 und 20 % teurer verkauft werden, als das konventionelle Produkt. Vermarktet wird Rohbaumwolle, auch "seed cotton" genannt, die nach Qualitätsmerkmalen, sogenannten "grades" (Verunreinigungsgrad, Reife der Fasern, Färbung usw.), sortiert und bezahlt werden. Die für diese Untersuchung verwendeten Preise sind Durchschnittswerte des gesamten Erntegutes. Die konventionelle Baumwolle erzielte Preise zwischen 260 und 300 £E/ken, wohingegen für Baumwolle aus kontrolliert biologischem Anbau (kbA) zwischen 300 und 340 £E/ken bezahlt wurde.

Für den Streifenanbau wurden sowohl die zusätzlichen Kosten z.B. für Samen bzw. Setzlinge und die damit verbundene Mehrarbeit, als auch erwirtschaftete Erträge der Zusatzkulturen berücksichtigt. Gegenüber dem reinen Baumwollanbau benötigten die Streifenkulturen zu Beginn ihrer Vegetationsperiode eine zusätzliche Bewässerung und später dann auch zusätzliches Unkrauthacken. Die damit verbundenen Kosten wurden anhand von Befragungen ermittelt und in die Kalkulationen einbezogen. Wie schon

eingangs im Kapitel 2.2.1 erwähnt, konnte Majoran (*Origanum majorana* L.) die Erwartungen nicht erfüllen (nur sehr bedingt für den Mischanbau geeignet). Daher wurde Majoran in diese Endauswertung nicht mit einbezogen. Basilikum (*Ocimum basilicum* L.) und Zitronengras (*Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf) konnten während der Vegetationsperiode von Baumwolle zweimal geschnitten und vermarktet werden. Das Basilikum lieferte am Ende seiner Vegetationsperiode zusätzlich noch Samen, die ebenfalls vermarktet werden konnten. Nach der ersten Blüte und der darauffolgenden Fruchtbildung konnte der spanische Pfeffer (*Capsicum frutescens* L.) kontinuierlich geerntet werden.

Die Erträge der Streifenkulturen wurden gewogen und die dafür erzielten Marktpreise festgestellt, um sie für die Deckungsbeiträge zu verwenden. Da die Marktpreise regional stark schwanken und beispielsweise in Städten wesentlich mehr für landwirtschaftliche Produkte bezahlt wird als auf dem Land, wurden für diese ökonomische Analyse die Preise der lokalen Anbaugemeinschaft herangezogen. Seit nunmehr zehn Jahren verkauft diese Gemeinschaft überwiegend kontrolliert biologische Produkte. Der Preis für die konventionelle Baumwolle wurde den Ergebnissen der Umfragen entnommen.

Die folgende Tabelle 4 (Seite 31) liefert eine Übersicht der in der Region erzielten Durchschnittserträge, vermarkteter Pflanzenteile und die erwirtschafteten Umsätze, sowohl für Streifenkulturen als auch für Baumwolle. Beim Vergleich mit den anderen Streifenkulturen wird deutlich, dass *C. frutescens* mit Abstand den geringste Umsatz erwirtschaftet. Alle anderen Kulturen erzielten pro Flächeneinheit einen höheren Umsatz als die Baumwolle, selbst bei einem hohen Ertragsniveau von zehn ken/fed.

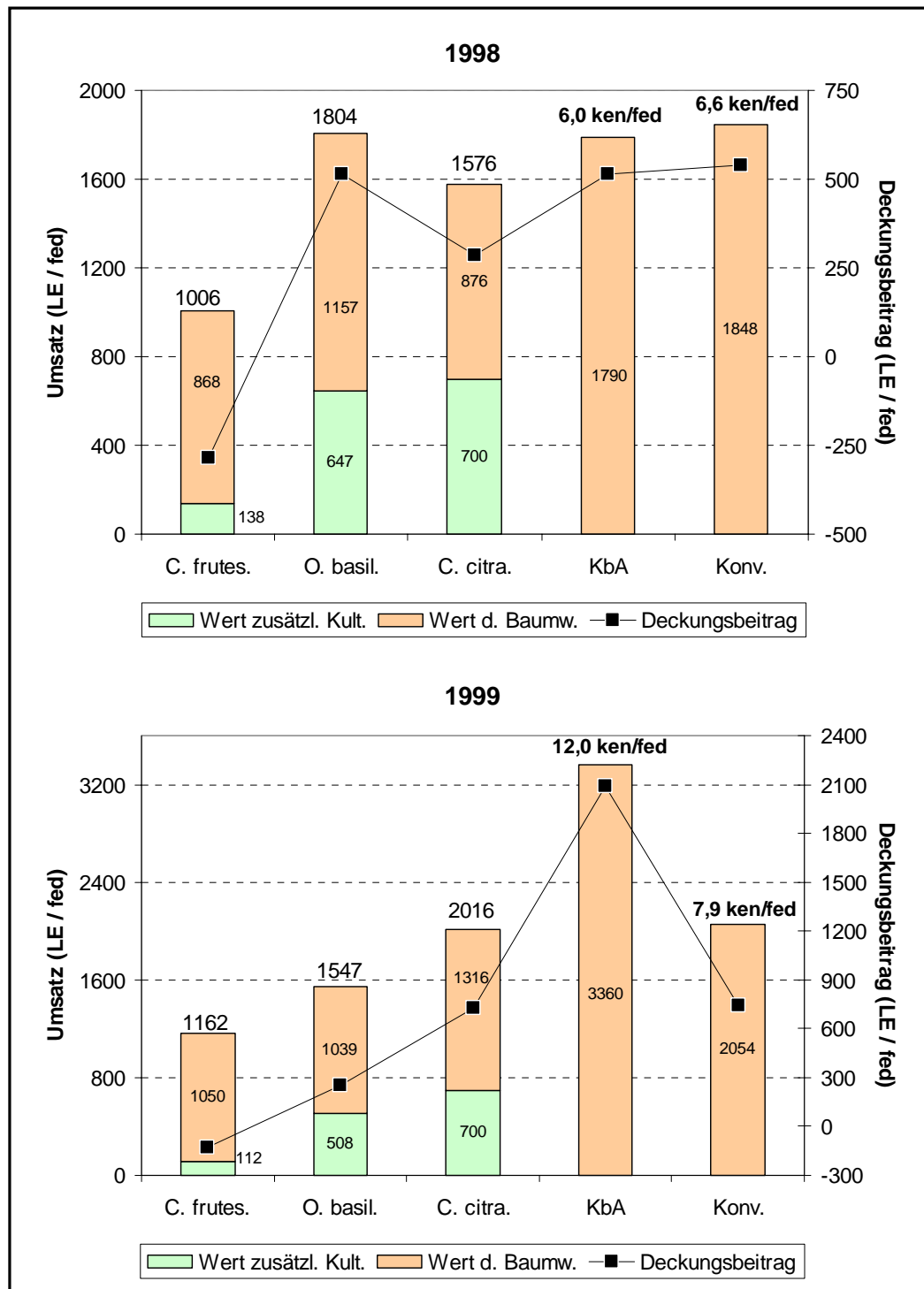
Tab. 4: Die durch Befragungen ermittelten Ertragsdurchschnitte und Umsätze für verwendete Streifenkulturen und Baumwolle bezogen auf einen Feddan

Kultur	Vermarkteter Pflanzenteil	Preis (in £E/Einheit)		Ertrag pro Feddan	Umsatz (in £E/fed)
<i>C. frutescens</i>	Schoten ¹	kg	1	1000 kg	1000
<i>C. citratus</i>	ganze Pflanze ²	l	100	40 Liter	4000
<i>O. basilicum</i>	Blätter (getr.) ³	kg	2	1200 kg	2400
	Samen ⁴	kg	10	100 kg	1000
Baumwolle	"seed cotton" ⁵	Kentar ⁶	300	10 kentar	3000

¹) Von Mitte Juni bis Mitte August, kontinuierlich geerntet; ²) Getrocknete Pflanze wird gepresst, zur Ölgewinnung; 100 kg → ca. 5 Liter Öl; ³) Erste Ernte im Juli, zweite im August; ⁴) Samen werden im August zusammen mit Blättern geerntet; ⁵) Rohbaumwolle, im August gepflückt; ⁶) Ein Kentar entspricht 157,5 kg Rohbaumwolle

Die ermittelten Ergebnisse der ökonomischen Analysen müssen für beide Untersuchungsjahre getrennt dargestellt werden, da sich in der Zwischenzeit die Preise, sowohl für die KbA-Baumwolle, als auch für solche aus konventioneller Bewirtschaftung geändert haben. Die Analyse zeigt zudem deutlich, dass unterschiedliche Erträge eine Zusammenfassung der beiden Versuchsperioden nur bedingt ermöglichen. Im ersten Jahr waren die Baumwollerträge nahezu gleich (KbA. 6,0 ken/fed; Konv.: 6,6 ken/fed), wohingegen sich im Folgejahr die Erträge um mehr als vier Kentar pro Feddan zugunsten der Baumwolle aus KbA unterschieden. Dieses hat zunächst auf den Umsatz und dann auf den Deckungsbeitrag eine signifikante Wirkung. Bei dem vergleichsweise hohen Ertrag der KbA-Baumwolle (12,0 ken/fed) im Jahr 1999, kann keine der Varianten des Streifenanbaus eine Konkurrenz darstellen. Bewegt das Ertragsniveau der Baumwolle sich jedoch auf einer Ebene wie im ersten Jahr der Untersuchung (1998), können sich mit Ausnahme der *C. frutescens* Variante, alle anderen behaupten.

Der folgenden Abbildung 9 (Seite 32) können sowohl die Umsätze, als auch die Deckungsbeiträge aller Streifenvarianten jeweils in £E pro Feddan entnommen werden. Außerdem sind die ökonomischen Eckdaten der konventionellen (konv.) und kontrolliert biologischen (KbA) Baumwolle aufgetragen. Auffallend sind die in beiden Jahren negativen Deckungsbeiträge der Variante Baumwolle - *C. frutescens*.



Ertragsdaten aller Varianten sind Mittelwerte aus den Untersuchungsjahren. Der Umsatz errechnet sich aus den Marktpreisen multipliziert mit der Menge des Ertrages. Im Fall Baumwolle (KbA; Konv.) oberhalb der Säulen aufgetragen als Kentar (ken) pro Feddan (fed). Deckungsbeiträge geben den Gewinn als £E/fed an. £E = Ägyptisches Pfund (1 US\$ = 3,42 £E, 1999)

Abb. 9: Ökonomische Analyse der Umsätze und Deckungsbeiträge in den Jahren 1998 und 1999, in Ägyptischen Pfund (£E) pro Feddan (fed). Vergleich des Streifenanbaues mit kontrolliert biologischem (KbA)- und konventionellem (Konv.) Baumwollanbau.

Im ersten Jahr konnte die Variante Baumwolle - *O. basilicum* den höchsten Umsatz und Deckungsbeitrag erwirtschaften. Im darauf folgenden Jahr konnte sich die *C. citratus* Variante gegenüber der Basilikumvariante behaupten, selbst im Vergleich zur konventionellen Baumwolle sind die Umsätze und Deckungsbeiträge nahezu identisch.

Zusammenfassend bleibt festzustellen, dass bei einem mittleren Ertragsniveau der Baumwolle (acht ken/fed) zwei der untersuchten Streifenvarianten durchaus konkurrenzfähig sind. Aufgrund der sehr niedrigen Marktpreise für spanischen Pfeffer (ein £E/kg getrocknete Schoten) kann sowohl der Umsatz, als auch der Deckungsbeitrag dieser Variante nicht als wirtschaftlich angesehen werden. Mittlere Deckungsbeiträge von über 500 (1998) bzw. 600 £E/fed (1999) sind durchaus wirtschaftlich und werden bei den derzeitigen Marktpreisen nur durch extrem hohe Baumwollerträge (wie z.B. kbA Baumwolle in der Saison 1999) in ihrer Wirtschaftlichkeit übertroffen. Ein ökonomische Analyse ist aber nur dann wirklich aussagekräftig, wenn sie eine gesamte Fruchtfolge, oder zumindest eine Jahresbilanz berücksichtigt. Im folgenden Kapitel 2.3 (Diskussion) werden mögliche Alternativen und Empfehlungen diskutiert.

Die Schwankungen zwischen den Jahren sind sehr stark. Tab. 2 (Seite 19) lässt es als möglich erscheinen, dass die Häufigkeit der Schädling antagonisten (ohne dass deren Schwankungen hier erklärt werden können) ursächlich an der Ertragshöhe beteiligt ist.

2.3 Diskussion

Es ist davon auszugehen, dass sich jeder Landwirt vor der Bestellung seiner Felder die Frage stellt, welche Kulturen er anbauen sollte. Oft geschieht dies vor dem Hintergrund, soviel wie möglich pro Flächeneinheit zu verdienen. Bislang war die Baumwolle in Ägypten ein Garant für hohe Deckungsbeiträge und ein gesichertes Einkommen aus der Sommersaison. Die Tatsache, dass Baumwollpreise und auch staatliche Subventionen in den letzten Jahren in Ägypten abgenommen haben, veranlasst die Bauern zunehmend andere Kulturen als Alternativen für den Sommer anzubauen. Des weiteren kommen Probleme des Pflanzenschutzes hinzu, der durch falsche und zu häufige Insektizidapplikationen zu Resistenzen und einem Ungleichgewicht von Schädlingen und Nützlingen geführt hat. Auch aus anderen Ländern ist diese Problematik bekannt, so berichten beispielsweise VODOUHE & TON (1995) aus dem Benin, dass einen Baumwollboom in den letzten 20 Jahren gehabt hat. Der intensive Einsatz von Pestiziden hat dort Probleme von Resistenzen und Vergiftungen mit Pflanzenschutzmitteln hervorgerufen, die Überlegungen zu Alternativen notwendig machten.

Um die Standortvorteile Ägyptens für den Baumwollanbau zu erhalten, können alternative Anbaukonzepte wie der Streifenanbau eine Lösung darstellen. So konnten KLONSKY et al. (1995) in einem umfassenden Überblick über die in den USA produzierte biologische Baumwolle nachweisen, dass weite Reihenabstände und der Anbau von Mischkulturen die Kontrolle von Schlüsselschädlingen mit Nützlingen erleichtern. MCKINLAY & MCCREATH (1995) beschreiben die Nützlingshypothese in Polykultur dadurch, dass mehr Nützlinge in Polykultur als in Monokultur zu finden seien, und dadurch der Schädlingsdruck verringert werden kann. In der Literatur zählt der Mischanbau zu den Kulturmaßnahmen, die unter anderem auf traditionellem Wissen basieren. Sie sollten gefördert werden, um sie nicht vollständig zu verlieren. Oft sind moderne Anbautechnik und der Einsatz von Chemie der Grund sich von traditionellen Methoden abzuwenden, obwohl sie teilweise sehr sinnvoll wären. Nach JAVAID (1995) gibt es eine Reihe von Kulturmaßnahmen die sowohl den Schädlingsdruck vermindern, als auch Input-Kosten verringern, wie z. B. den Anbau von Streifenkulturen in der Baumwolle. Indien hat beispielsweise Erfahrungen mit dem Mischanbau (Inter-cropping) und dem Anpflanzen von repellenten Kulturen in der Baumwollproduktion (FÖRSTER, 1996). SHRINIVASAN et al. (1994) beschreiben die gute Wirkung von *Tagetes erecta* (African marigold) als Streifenkultur im indischen Tomatenanbau, zur Bekämpfung von *Helicoverpa armigera*

(bis 50 % Befallsreduktion). In manchen Baumwollanbaugebieten ist dieser auch als "American Bollworm" bekannte Schädling, Ursache für totale Ertragsausfälle. Aber auch gegen andere Schädlinge ist der Mischanbau ein wirksames Mittel. In der Türkei sät man nach GUTSCHALK (1996) Kapuzinerkresse gegen Spinnmilben in Baumwollreihen an und hat damit großen Erfolg.

Streifenkulturen können neben einer Wirkung gegen Schädlinge gleichzeitig einen ökonomischen Vorteil bringen. So werden beispielsweise in Indien auch Bohnen in Streifenkultur mit Baumwolle angebaut, um beim Ertrag "auf zwei Beinen zu stehen" (EPEA, 1995). Mischanbau der Baumwolle hat ebenfalls in Kenia eine lange Tradition. Nach KIBATA (1989) wird die Baumwolle dort mit Nahrungsmittelpflanzen angebaut, um das Risiko eines Ertragsausfalls zu reduzieren. Dies gilt vor allem für kleinere Betriebe, deren Existenz durchaus von einem Ertragsausfall abhängen kann. Im Falle des biologischen Anbaus ist nicht nur der Absatzmarkt für die organische Baumwolle von besonderer Bedeutung, sondern auch aller anderen organischen Kulturen, wie Gemüse, Gewürze und Obst (GLEICH, 1995). Dabei spielt es keine Rolle, ob sie aus Streifenkulturen oder aus anderen Anbauweisen stammen. Generell sollten jedoch nur solche Pflanzen ausgewählt werden, für die auch ein Markt vorhanden ist (vgl. Kap. 2.1.2).

FACKNATH (1994) berichtet, wie in Mauritius *Ocimum basilicum* und *Cymbopogon citratus* als insektenrepellente Streifenkulturen zusammen mit Mais, Bohnen und anderem Gemüse erfolgreich eingesetzt werden. Eine Wirkung in der Baumwolle wird von GROSSMAN (1992) beschrieben, der über den Einsatz von Pflanzeninhaltsstoffen in verschiedenen Ländern Süd- und Ostafrikas berichtet. Teilweise werden dabei alte Traditionen der Baumwollbauern wieder aufgegriffen, wie der Mischanbau von Baumwolle mit Zitronengras (*Cymbopogon citratus*). Diese Traditionen haben seiner Meinung nach für den Pflanzenschutz eine zunehmende Bedeutung und führen nachweislich zu akzeptablen Resultaten. Trotz eingehender Untersuchungen von Wissenschaftlern weltweit, lässt sich nur wenig über die eigentliche Wirkung solcher Streifenkulturen sagen. Nachgewiesen werden können aber repellente Wirkungen von Pflanzen. So testeten SIMMONDS et al. (1992) mehr als 50 höhere Pflanzen auf ihre Wirkung gegen Insekten, und konnten unter anderem eine gute repellente Wirkung mit *Ocimum* sp. erzielen. Dabei unterscheiden OSWALD & SAUERBORN (1995) zwei Verfahren der Schädlingskontrolle - die direkte und die indirekte Kontrolle. Zu der direkten Kontrolle werden sowohl die Ausbringung von Botanicals oder natürlichen Gegenspielern gezählt, als auch die Verwendung von Pheromonen. Als indirekte Kontrolle bezeichnen sie eine ausreichende

Nährstoffversorgung der Pflanze, die Erhöhung der Biodiversität durch horizontale und vertikale Fruchtfolgen (Förderung der Nützlinge) als auch den Anbau von Pflanzen mit repellenter Wirkung. Unter anderem wird von QUARLES (1995) beschrieben, dass *Ocimum basilicum* gegen Schädlinge in verschiedenen landwirtschaftlichen Kulturen wie Mais, Aubergine und Kohl eine gute abschreckende Wirkung aufweist. Im Gegensatz dazu haben KAYITARE & NTEZURUBANZA (1991) die repellente Wirkung von *Capsicum frutescens* und *Ocimum canum sinus* untersucht, sie konnten jedoch keine Wirkung der beiden angebauten Pflanzen auf *Acanthoscelides obtectus* SAY und *Zabrotes subfasciatus* BOHEMAN nachweisen.

Angebaute Streifenkulturen können aber auch Pflanzenextrakte liefern, die beispielsweise zum Nachernteschutz eingesetzt werden können. Die Verwendung von Chili Pfeffer (*Capsicum frutescens*) als Mittel für den Nachernteschutz von Kichererbsen wurde von LALE (1993) in Nigeria beschrieben, wobei über den Wirkmechanismus noch sehr wenig bekannt ist. Dennoch wird von vielen Autoren (IVBIJARO & AGBAJE, 1986; JAVAID & POSWAL, 1995 und ONU & ALIYU, 1995) die Verwendung von Pflanzenextrakten aus *Capsicum frutescens* vor allem wegen seiner geringen Toxizität als Alternative zu chemischen Mitteln empfohlen.

Abschließend lässt sich festhalten, dass der Streifenanbau mit Baumwolle ein Anbauverfahren darstellt, welches sowohl ökologische als auch ökonomische Komponenten berücksichtigt und langfristig zu einer nachhaltigeren Baumwollproduktion führen kann. Speziell für biologisch wirtschaftende Kleinbauern hat der Streifenanbau gewisse Vorteile, die sich vor allem bei schwachen Baumwollerträgen, wie in Ägypten im Jahr 1998 beobachtet (CSPP, 1999), sehr günstig bemerkbar machen.

Abschließend sei hier festgestellt, dass eine zweijährige Untersuchung nicht ausreicht, um die facettenreiche Frage des Streifenanbaues grundlegend zu klären.

3 Vergleichendes Öko-Monitoring

Um verschiedene Betriebssysteme miteinander vergleichen zu können, ist es notwendig, standardisierte Methoden auf vergleichbaren Flächen durchzuführen. Im Rahmen der vorliegenden Untersuchungen wurden langjährig konventionell bewirtschaftete Baumwollfelder mit solchen verglichen, die langjährig biologisch-dynamisch bewirtschaftet wurden. Mit einem vergleichenden Öko-Monitoring können hierbei Unterschiede der Fauna und Flora untersucht werden.

Bei der Vielzahl der Methoden, die es für solche Untersuchungen gibt, ist es entscheidend, welche für die vorherrschenden Produktionsbedingungen ausgewählt werden können. Begrenzende Faktoren sind zum einen die zur Verfügung stehende Zeit, zum anderen die Durchführbarkeit der Methoden. Die Zeit begrenzt die Anzahl der verwendbaren Methoden, wohingegen äußere Umstände, wie das Fehlen einiger Materialien die Durchführbarkeit beeinträchtigen. Hinzukommt eine Beschädigung der Versuchseinrichtungen, etwa durch umherlaufende Tiere und spielende Kinder.

3.1 Methodik

Im folgenden wird zunächst auf den Versuchsaufbau eingegangen, um anschließend die verwendeten Methoden darzulegen. Hierbei handelt es sich ausschließlich um aus der Literatur bekannte Untersuchungstechniken, die für die vorherrschenden Bedingungen im Untersuchungsgebiet modifiziert wurden.

3.1.1 Versuchsaufbau

Entscheidend für den Versuchsaufbau des vergleichenden Öko-Monitorings ist die Auswahl geeigneter Flächen, auf denen die ausgewählten Methoden angewendet werden können. Hierzu sollte in beiden Betriebssystemen die gleiche Vorfrucht auf den zu untersuchenden Baumwollfeldern angebaut worden sein. Die Flächen müssen in etwa gleich groß und möglichst keine Randstandorte sein.

Für jedes Betriebssystem, also sowohl für den konventionellen als auch für den biologisch-dynamischen Anbau wurden zwei Felder für die Untersuchungen ausgewählt. Ein Lageplan der Versuchsflächen für das vergleichende Öko-Monitoring ist dem Anhang unter Abb. E zu entnehmen.

In den beiden Untersuchungsjahren 1998 und 1999 wurden jeweils unterschiedliche Flächen ausgewählt, da Baumwolle in der Regel als Teil einer Fruchtfolge nicht jedes

Jahr auf den gleichen Flächen angebaut wird. Demnach war es von Bedeutung, dass die Flächen aufgrund ihrer vorherrschenden Bewirtschaftungsform (Anbau der Baumwolle auf Dämmen, Überstaubewässerung) und Lage (Entfernung zu Kanälen, Straßen und Dörfern) miteinander vergleichbar waren.

3.1.2 Monitoring-Methoden

In den folgenden Kapiteln werden die für diese Untersuchung ausgewählten Monitoring-Methoden beschrieben, wobei stets die Durchführbarkeit und der benötigte Zeitaufwand im Vordergrund standen. Zunächst wird auf die Methode der Barberfallen (pitfall traps) eingegangen, um dann die Quadrataufschwemmung, das Arthropoden-Monitoring und die Erhebung der Begleitflora zu erläutern.

3.1.2.1 Barberfallen

Mit Barberfallen lassen sich in erster Linie Vertreter der epigäischen Fauna, also auf dem Boden herumlaufende Arthropoden fangen. Am häufigsten gefangene räuberische Tiergruppen sind Käfer (Coleoptera) und daraus vor allem Laufkäfer (Carabidae) und Kurzflügelkäfer (Staphylinidae); aber auch Spinnen (Araneae), Ameisen (Formicidae), Hundertfüßer (Chilopoda) und Grillen (Gryllidae) (SOUTHWOOD, 1978).

Bei diesen Fallen handelt es sich um in den Boden ebenerdig eingelassene Behälter, die vorzugsweise mit einer Fangflüssigkeit gefüllt sind (MÜHLENBERG, 1993). In der vorliegenden Untersuchung wurden zehn Plastikbecher pro ausgewiesener Fläche verwendet, die zu einem Drittel mit einer 0,1 %igen Formalinlösung gefüllt waren. Der obere Durchmesser der Becher betrug acht cm. Die randomisiert auf den Untersuchungsflächen angeordneten Fallen wurden in wöchentlichen Intervallen geleert. Das Fanggut wird dabei durch ein Sieb geschüttet und anschließend in Schnappdeckelgläser mit 70 %igem Alkohol gefüllt und für spätere Analysen aufbewahrt.

Diese Methode wurde in beiden Jahren der Untersuchung über den Zeitraum von Juni bis August (zehn Wochen) durchgeführt. Aufgrund der sehr hohen Temperaturen (bis 50°C) und der damit verbundenen Verdunstung konnten die Fallen erst im Juni eingesetzt werden, wenn ausreichen Bodendeckung der Baumwollpflanzen erreicht wurde. Bedingt durch ein Aussetzen der Bewässerung Anfang August war der Einsatz der Fallen am Ende der Vegetationsperiode durch herabfallendes Laub und Rißbildung des Bodens begrenzt.

Die Auswertung der Proben fand im Labor mit Hilfe eines Binokulars statt. Die gefangenen Arthropoden wurden wenn möglich bis auf Gattungs- bzw. Familienebene bestimmt und quantifiziert, um eventuell auftretende Unterschiede zwischen den verschiedenen Anbausystemen statistisch nachweisen zu können.

3.1.2.2 Quadrataufschwemmung

Mit dem Ökosystem Boden verbunden lebende räuberische Arthropoden können mit der Methode der Quadrataufschwemmung gut erfasst werden. Hierbei werden in erster Linie Spinnen (Araneae), Käfer (Coleoptera), Hundertfüßer (Chilopoda), Grillen (Gryllidae) und Ameisen (Formicidae) gefunden. Dazu wird ein aus Metall bestehendes Quadrat mit einer definierten Fläche, so in den Boden gedrückt, dass es anschließend mit Wasser aufgefüllt werden kann (BASEDOW et al., 1988). Die Fläche des Quadrates in der vorliegenden Untersuchung, entsprach $0,1 \text{ m}^2$ (Kantenlänge = $\sqrt{1000}$). Die nun durch das Wasser an die Oberfläche getriebenen Arthropoden, lassen sich mit einer Pinzette absammeln und quantifizieren. Zur weiteren Analyse der gefangenen Arthropoden, wurden diese in Schnappdeckelgläser mit 70 %igem Alkohol gesammelt. Eine Bestimmung bis auf Familien- bzw. Gattungsebene fand dann anschließend im Labor unter dem Binokular statt.

Mit dieser Methode wird die Häufigkeit vorkommender räuberischer Arthropoden pro Flächeneinheit beschrieben. Außerdem kann eine Aussage über die prädatorische Biomasse gemacht werden, wenn man die Fänge bis zur Gewichtskonstanz (48 h bei 110°C) trocknet und anschließend wiegt. In der vorliegenden Untersuchung wurden in den beiden Untersuchungsjahren (1998 und 1999) jeweils am Anfang (Juni), in der Mitte (Juli) und am Ende (August), zehn Aufschwemmungen durchgeführt.

3.1.2.3 Arthropoden-Monitoring an den Pflanzen

Auch in diesem Teil der Untersuchung fand ein Arthropoden-Monitoring statt, um die Unterschiede zwischen den verschiedenen Anbausystemen anhand gefundener Individuen zu beschreiben. Es wurde die selbe Methodik wie schon in Kapitel 2.1.3.1 dargelegt, verwendet. Lediglich die Anzahl untersuchter Pflanzen, und damit auch Blätter und Kapseln, wurde modifiziert, so daß pro Anbausystem und Monitoringzeitpunkt jeweils 20 Baumwollpflanzen untersucht wurden. Entscheidend war auch hier, dass dieses Monitoring von der gleichen Person zur gleichen Tageszeit durchgeführt wurde.

3.1.2.4 Begleitflora

Ein Vergleich mehrerer Anbausysteme mit unterschiedlicher Anbaupraxis lässt erwarten, dass sich auch die Begleitflora voneinander unterscheidet. Hierfür wurde ein Holzrahmen mit einer Fläche von einem m^2 , zehnmal pro Untersuchungsfläche ausgelegt und die vorkommende Begleitflora gezählt und zugeordnet. Diese Erhebung wurde in beiden Betriebssystemen nach dem zweiten Unkrauthacken, Anfang Juli 1999 durchgeführt. Proben unbekannter Spezies wurden für eine spätere Bestimmung im Labor eingesammelt.

3.1.3 Ertragsmessungen

Zur Erhebung aussagekräftiger Daten wurden in allen Untersuchungsfeldern Ertragsmessungen durchgeführt. Zunächst wurden drei randomisiert gewählte Parzellen in den betreffenden Feldern (zwei Felder pro Anbausystem) abgesteckt, die jeweils eine Größe von 15 m^2 ($5 \times 3 \text{ m}$) maßen. Die Baumwolle in diesen Parzellen wurde getrennt gepflückt und das Gewicht bestimmt (siehe Kapitel 2.1.3.3). Aus den sechs Wiederholungen pro Anbausystem ließ sich anschließend der durchschnittliche Ertrag pro Flächeneinheit errechnen. Um die erhobenen Daten statistisch abzusichern wurden sie zunächst mit dem Programm EXCEL[®] bearbeitet, um sie anschließend mit dem Programm SPSS[®] statistisch auszuwerten.

3.2 Ergebnisse

Wie schon im vorangegangenen Kapitel 2 (Streifenanbau mit Baumwolle) wird auch hier zunächst auf beobachtete Ergebnisse eingegangen, die ebenfalls rein deskriptiven Charakter besitzen. Dazu gehören sowohl Unterschiede der Anbaupraxis (Aussaat, Düngung, Bewässerung, usw.), als auch allgemeine Beobachtung bezüglich der Anbausysteme. Anschließend werden die Ergebnisse der verschiedenen Untersuchungsmethoden (Barberfallen, Quadrataufschwemmung, Arthropoden Monitoring, Begleitflora, Pflanzenphysiologie und Ertragsmessungen) dargestellt.

3.2.1 Allgemeine Beobachtungsergebnisse

Die Standorte der Versuchsfelder unterscheiden sich nur unwesentlich, da die benachbarten Dörfer (Sakaran und Talaat) die selben Bewässerungsvoraussetzungen (ein Bewässerungskanal versorgt beide Dörfer) und vergleichbare Bodentypen aufweisen. Die Besitzverhältnisse der beiden Standorte sind als kleinbäuerlich zu bezeichnen, da die durchschnittliche Betriebsgröße etwa einen Hektar beträgt, was dem Mittel des gesamten Governorates Fayoum entspricht (IPM-PROJEKT, 1999).

Der Aussaattermin für die Baumwolle wird vom Landwirtschaftsministerium (MoALR) in Kairo festgelegt. Dabei soll die Baumwolle im Niltal ("Upper Egypt", zu dem auch das Fayoum zählt), von Anfang bis Mitte März und im Delta ("Lower Egypt", nördlich von Kairo bis zur Mittelmeerküste), von Mitte bis Ende März ausgesät werden. Die Landwirte des Ortes Sakaran (zu 70 % biologisch-dynamische Betriebe), befolgen diese Empfehlung ohne Ausnahme, wohingegen konventionelle Bauern des Dorfes Talaat, teilweise erst Ende März bzw. Anfang April mit der Aussaat ihrer Baumwolle beginnen. So wurden in 1998 die organischen Versuchsflächen zwischen dem 25. Februar und dem 10. März gesät, die konventionellen Landwirte säten erst im Zeitraum zwischen 16. März und 4. April, also bis zu über einem Monat später. Auch für das Folgejahr der Untersuchung (1999), konnte diese zeitliche Verzögerung der Aussaat im konventionellen Baumwollanbau beobachtet werden (organisch: 27.02. und 03.03.; konventionell: 06.03. und 11.03.), wobei der Unterschied verglichen mit dem Vorjahr wesentlich geringer war (5-10 Tage).

Die mineralische Düngung auf den konventionellen Baumwollflächen fand nicht aufgrund vorangegangener Bodenuntersuchungen (z.B. N_{min}) statt. In beiden Untersuchungsjahren wurden 125 kg N pro ha in zwei Gaben gedüngt (EL-MOWELHI, 1997). Im biologisch-dynamischen Anbau dagegen, wurde ausschließlich mit organischem Dünger

gearbeitet. Dabei wurden bis zu zehn m³ einer Mischung von Tierdung und Erde pro Feddan (entspricht 0,42 ha) ausgebracht. In allen organisch bewirtschafteten Betrieben wird dieses jeweils vor der Baumwollaussaat, also zusammen mit der Bodenbearbeitung durchgeführt. Zwischen den beiden Untersuchungsjahren und im Vergleich zu anderen Betrieben mit dem gleichen Anbausystem konnten dabei keine Unterschiede festgestellt werden.

Nach einem jahrzehntelangem Prinzip (seit Fertigstellung des Assuan Staudammes, 1970) werden alle landwirtschaftlichen Flächen in einem Rhythmus von 14 Tagen bewässert. Nur in dieser Zeit ist im entsprechenden Kanal auch Wasser vorhanden (Verteilung durch das Bewässerungsministerium, MoIPW (MINISTRY OF IRRIGATION AND PUBLIC WORKS), "water rotation system") (ABDEL-SALAM, 1999). Beobachtungen ergaben zum Teil erhebliche Unterschiede in der Menge des Bewässerungswassers, welches anhand der Laufzeiten der dafür verwendeten Bewässerungspumpen verglichen werden konnte. Dabei wurde festgestellt, dass die baugleichen Pumpen für die konventionellen Flächen, bezogen auf dieselbe Feldgröße, deutlich länger liefen als im organischen Anbau. Dieses zeigte sich auch am Boden der Felder, der im konventionellen Anbau wesentlich länger feucht blieb.

Auch bei weiteren pflanzenbaulichen Maßnahmen (z. B.: Ausdünnen der Bestände "thinning", Unkrauthacke, Pflanzenschutz und Ernte) sind Unterschiede zwischen den Betriebssystemen beobachtet worden, auf die hier im einzelnen nicht eingegangen werden kann. Allgemein bleibt festzuhalten, dass die Landwirte des organischen Anbausystems wesentlich öfter auf ihren Feldern angetroffen werden und in einem geringeren Maße von der landwirtschaftlichen Kooperative Gebrauch machen als ihre konventionellen Kollegen. Diese sogenannten "Gamaiyas" sind staatliche Genossenschaften, die Bauern beraten und ihre Produkte vermarkten.

3.2.2 Ergebnisse der Barberfallen

Die für diese Untersuchung verwendeten Barberfallen lieferten in den zwei aufeinanderfolgenden Baumwollvegetationsperioden eine Vielzahl verwertbarer Daten. In den zwei Jahren wurden insgesamt an 40 Untersuchungsterminen, 54 512 Arthropoden gefangen, gezählt und soweit möglich bis auf Gattungs- bzw. Familienebene bestimmt. Davon wurden 45 354 Individuen den Nützlingen zugeordnet, die damit einen Anteil von 83,2 % am gesamten Fangergebnis dieser Untersuchung ausmachten. Zunächst wird aber auf Unterschiede der beiden Untersuchungsjahre eingegangen, um anschließend

die gefangenen Arthropoden in konventioneller mit denen in biologisch-dynamischer Baumwolle zu vergleichen.

3.2.2.1 Vergleich der beiden Untersuchungsjahre

Wie schon im vorangegangenen Kapitel 2 (Streifenanbau von Baumwolle) eingehend beschrieben, unterschieden sich die beiden Untersuchungsjahre vor allem im Ertragspotenzial. Auch die Ergebnisse der Barberfallen lassen deutliche Differenzen bei gefangenen Arthropoden erkennen. So wurden Mitte Juli 1999 (29. Woche) mehr als dreimal so viele Nützlinge gefangen (5 664 Nützlinge), als im selben Zeitraum des Vorjahres (1 762 Nützlinge). In der Woche davor (28. Woche) konnten im Jahr 1999 ebenfalls fast doppelt so viele Nützlinge gefangen werden, als ein Jahr zuvor (3 738 Nützlinge in '99; 1 934 Nützlinge in '98). In den Zeiträumen vor und nach diesen beiden Wochen der Jahre '98 und '99, wurden stets mehr Nützlinge (im Mittel ca. 400 Individuen) im ersten Jahr der Untersuchung gefangen.

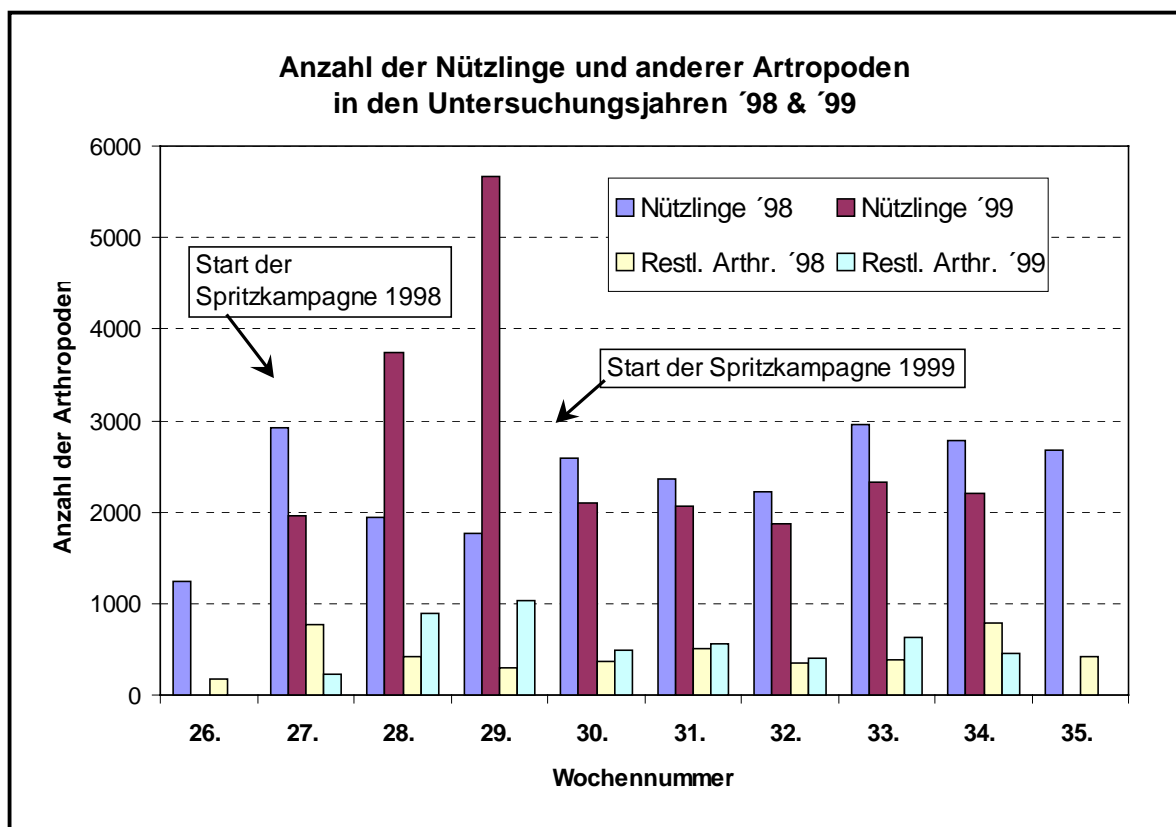


Abb. 10: Gesamtzahl mit Barberfallen gefangener Arthropoden, der Untersuchungsjahre 1998 und 1999. Die Werte sind Summen aus jeweils 20 Fällen zweier Betriebssysteme (KbA Baumwolle plus konventionelle Baumwolle)

Ein Vergleich der insgesamt gefangenen Arthropoden in den beiden Untersuchungsjahren ist in der Abbildung 10 dargestellt, wobei Nützlinge und restliche Arthropoden in

getrennten Säulen aufgetragen sind. Hierbei wird deutlich, dass die Nützlinge den überwiegenden Anteil der Fänge ausmachen. Zusätzlich sind in der obigen Abbildung die jeweiligen Spritzkampagnen (mit Pfeilen markiert) in den Jahren 1998 und 1999 angezeigt, die vor allem der Bekämpfung der Kapselwürmer im konventionellen Baumwollanbau galten. Dabei ist ein deutlicher Rückgang der Nützlingsfänge zu beobachten, auf den anschließend im Vergleich der Anbausysteme noch näher eingegangen wird.

Im ersten Jahr der Untersuchung kam es trotz der Verwendung von Pheromonen zur Verwirrung von *Pectinophora gossypiella* ("pink bollworm") zu einem frühen Befall der Baumwollkapseln, durch eben diesen Schädling (siehe auch Kapitel 4; Pheromon-einsatz). Mit frühen Spritzungen (27. Woche) von CURACRONE® 500 EC (Profenophos; Fa. SYNGENTA) versuchte man auf Governoratsebene, den Befall einzudämmen, was nur bedingt gelang. Im darauf folgenden Jahr wurden keine Pheromone eingesetzt. Gleichzeitig wurde der erste Befall mit *P. gossypiella* ca. zwei Wochen später als im Vorjahr registriert und anschließend behandelt. Zum Einsatz kam zunächst wieder CURACRONE®, und ca. zwei Wochen darauf eine zweite Behandlung mit SUMIALFA® (5 % EC) (Esfenvalerat; Fa. SUMITOMO).

Vergleicht man die Diversität auftretender Arthropoden (soweit möglich, differenziert nach Gattungen) und den prozentualen Anteil an Nützlingen innerhalb der zwei Untersuchungs-jahre, so zeigen sich auch hierbei Unterschiede. Im ersten Jahr der Untersuchung konnten unabhängig vom Betriebssystem im Mittel 36,3 verschiedene Arthropoden gefangen werden, wovon durchschnittlich 52,2 % den Nützlingen zuzuordnen sind. 1999 dagegen wurden im Mittel 31,8 verschiedene Arthropoden registriert, jedoch war der Anteil der Nützlinge um drei Prozent höher als im Vorjahr (durchschnittlich 55,2 % Nützlinge).

Die Gruppe der Nützlinge setzt sich aus verschiedenen Ordnungen und Familien zusammen. In der folgenden Tabelle 5 (Seite 45) werden die gefangenen Arthropoden und ihre systematische Zuordnung aufgelistet, wobei für die Darstellung der Ergebnisse immer Gruppen gebildet werden, wie in der Tabelle erläutert. Soweit die gefundenen Arthropoden bis auf die Unterfamilie oder Gattungsebene bestimmt wurden, wird in der letzten Spalte zusätzlich die verwendete Bestimmungsliteratur angegeben. Insgesamt wurden damit sieben Nützlingsgruppen berücksichtigt.

Tab. 5: Auflistung der Nützlinge im Baumwollanbau gefangen mit Barberfallen in den Untersuchungsjahren 1998 und 1999

Ordnung	Familie	Unterfamilie	Gattung	Bestimmungsschlüssel
Coleoptera	Carabidae*	Chlaeniinae	<i>Chlaenius</i> sp.	FREUDE et al., 1976
		Bembidiinae	<i>Bembidion</i> spp.	FREUDE et al., 1976
		Dromiinae	<i>Syntomus</i> sp.	FREUDE et al., 1976
		Carabinae	<i>Carabus</i> sp.	FREUDE et al., 1976
		Bradininae	<i>Pheropsopherus</i> sp.	TRAUTNER & GEIGENMÜLLER, 1987
	Cicindelidae**		<i>Cicindela</i> sp.	FREUDE et al., 1976
	Staphylinidae*		N. best.***	
Areneae	Araneidae*	Lycosidae	N. best.	ROBERTS, 1987
		Gnaphosidae	N. best.	ROBERTS, 1987
		Philodromidae	<i>Thanatus</i> sp.	ROBERTS, 1987
Hymenoptera	Formicidae*	Myrmicinae	<i>Aphaenogaster</i> sp.	HOLLDÖBLER & WILSON 1990
		Formicinae	<i>Proformica</i> sp.	HOLLDÖBLER & WILSON 1990
		Formicinae	<i>Paratrechina</i> sp.	HOLLDÖBLER & WILSON 1990
Saltatoria	Gryllidae*		<i>Acheta</i> sp.	CHINERY, 1986
			<i>Gryllus</i> sp.	CHINERY, 1986
Dermaptera*			N. best.	
Chilopoda*			N. best.	

Familien bzw. Ordnungen mit einem * werden für nachfolgende Ergebnisse zusammengefasst. ** Cicindeliden werden in der Gruppe Carabiden berücksichtigt. *** Individuen nicht näher bestimmt (N. best.).

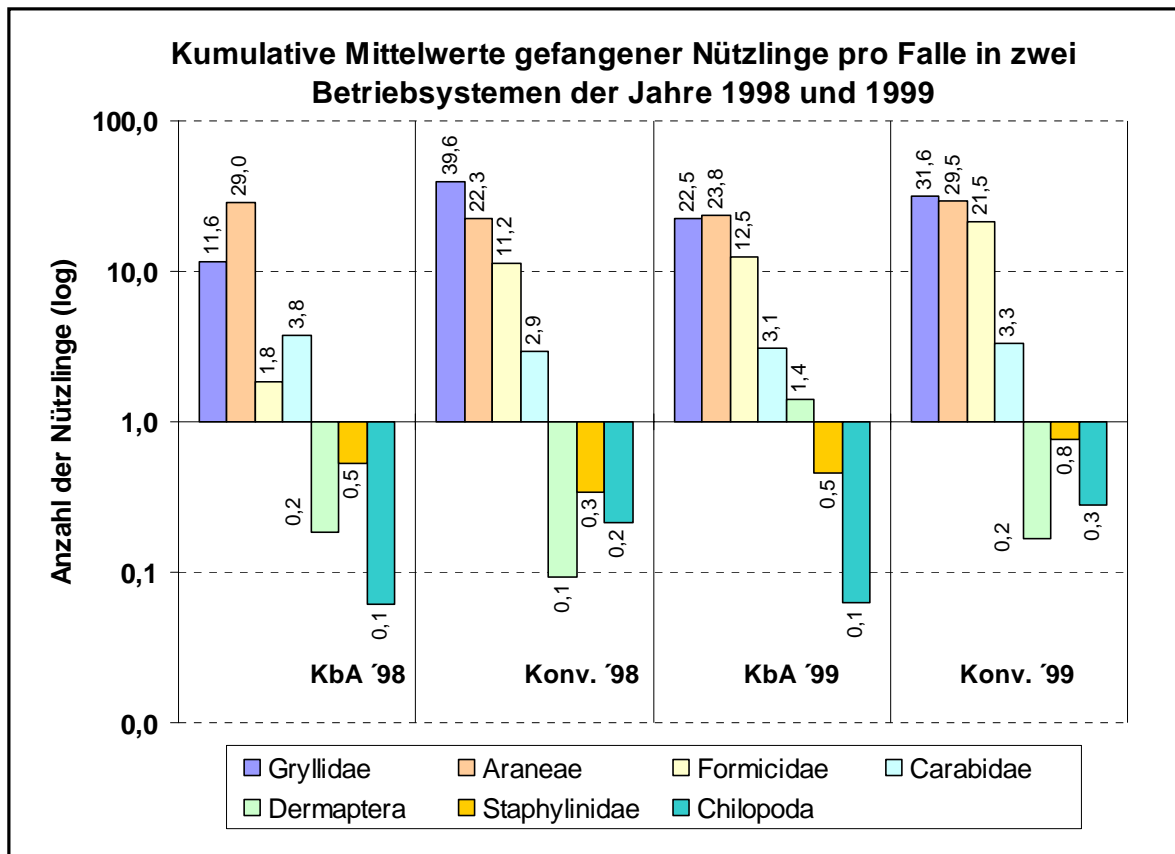
Die Familie der Kurzflügelkäfer (Staphylinidae) war in dieser Untersuchung mit mehreren Spezies vertreten, auf eine nähere Bestimmung wurde aber verzichtet. Gleiches gilt für gefangene Hundertfüßer (Chilopoda) und Ohrwürmer (Dermaptera). Diese drei Gruppen stellen gleichzeitig die seltensten Arthropoden dar. Im Mittel der beiden Jahre erreichten sie zusammen durchschnittlich 1,6 % aller gefangenen Nützlinge (1998: 1,1 %; 1999: 2,1 %).

Die bisher dargestellten Ergebnisse der Barberfallen beinhalten einen Vergleich der Untersuchungsjahre, wobei die Daten zweier Anbausysteme jeweils zusammengefasst wurden. Im Anschluss werden die Fallenergebnisse unter der Berücksichtigung der verschiedenen Anbauverfahren miteinander verglichen. Eventuell auftretende Unterschiede der Jahre 1998 und 1999 innerhalb des gleichen Anbausystems werden aber dennoch berücksichtigt.

3.2.2.2 Vergleich der Anbausysteme

Die verwendeten Barberfallen eignen sich für den Vergleich zweier Bewirtschaftungssysteme und der jeweiligen epigäischen Fauna während des Baumwollanbaus, wie die folgenden Ergebnisse zeigen. Vorab bleibt jedoch zu bemerken, dass diese Fallen nur bedingt ein vollständiges Bild der vorhandenen Fauna liefern, denn gefangen werden überwiegend die Arthropoden, die sich oft auf der Bodenoberfläche bewegen und teilweise große Strecken zurücklegen. Es ist also kein Zufall, dass überwiegend räuberische Arthropoden in den Fallen gefunden werden (MÜHLENBERG, 1993).

Im konventionellen Baumwollanbau wurden sowohl im ersten als auch im zweiten Jahr quantitativ die meisten Nützlinge gefangen. Vergleicht man die Gesamtfänge der Jahre, so ergeben sich für den konventionellen Anbau in 1998 62 % und für die biologische Variante dementsprechend nur 38 % des Nützlingsaufkommens. Im zweiten Jahr der Untersuchung war das Verhältnis ausgeglichener, wobei immer noch wesentlich mehr Nützlinge in konv. Baumwolle gefangen wurden (Konv.: 57,7 %, KbA: 42,3 %). Betrachtet man aber die Ergebnisse nach Gruppen (Ordnungen bzw. Familien) sortiert, so ergibt sich ein differenzierteres Bild. In der KbA Baumwolle konnten dabei im Durchschnitt 0,5 Spinnen (Araneae) pro Barberfalle mehr gefangen werden als im konventionellen Baumwollanbau. Deutlicher wird dies bei gefangenen Laufkäfern (Carabidae) und Ohrwürmern (Dermaptera), da diese Gruppen weniger häufig waren als beispielsweise Spinnen und Grillen (Gryllidae). Pro Falle konnten im Mittel 0,35 Laufkäfer und 0,65 Ohrwürmer mehr im biologischen Baumwollanbau gefangen werden. Bei den am häufigsten ermittelten Arthropoden, den Grillen, ist jedoch dieses Verhältnis eindeutig umgekehrt. So wurden im Durchschnitt pro Falle mehr als doppelt so viele Individuen in der konventionellen Baumwolle eingefangen (Konv.: 35,6 und KbA 17,1 Grillen pro Barberfalle). In Abbildung 11 (Seite 47) sind die kumulativen Mittelwerte der Nützlingsfänge pro Falle dargestellt und veranschaulichen die auftretenden Unterschiede zwischen den Betriebssystemen und den beiden Jahren der Untersuchung. Verwendet wurde eine Darstellung in logarithmischer Skalierung, da die Individuenzahlen der verschiedenen Gruppen pro Falle, sehr verschieden sind. Die Gruppe der Grillen war dabei mit einem Maximum von 39,6; die der Hundertfüßer (Chilopoda) mit einem Minimum von 0,06 Individuen pro Falle vertreten.



Kumulative Mittelwerte aus jeweils 20 Fällen während der Baumwollvegetationsperioden 1998 und 1999, dargestellt in logarithmischer Skalierung. KbA = kontrolliert biologischer Anbau, Konv. = konventioneller Anbau

Abb. 11: Vergleich zweier Betriebssysteme anhand gefangener Nützlinge, dargestellt als kumulative Mittelwerte pro Barberfalle in den Jahren 1998 und 1999

Nach der Betrachtung von Häufigkeiten einzelner Tiergruppen in den beiden Baumwollanbausystemen, stellt sich die Frage, welchen prozentualen Anteil die einzelnen Nützlinge am gesamten Nützlingsaufkommen innerhalb der Betriebssysteme einnehmen. Dabei kann erneut die Bedeutung der Spinnen (Araneae) und Grillen (Gryllidae) für das Baumwollökosystem verdeutlicht werden. Sowohl im konventionellen, als auch im biologischen Anbau machten diese zwei Tiergruppen über dreiviertel des gesamten Nützlingsaufkommens aus (Konv.: 75,4 %, KbA: 79,5 %). Mit ca. 20 %igem Anteil waren die Ameisen (Formicidae) im konventionellen Anbau deutlich häufiger vertreten als in biologischer Baumwolle, wo diese mit nur knapp 12 % am gesamten Fangergebnis beteiligt waren. Dagegen waren im biologischen Anbau die Gruppen der anderen Nützlinge, mit Ausnahme der Chilopoda anteilig von größerer Bedeutung. Die folgende Abb. 12 (Seite 48) veranschaulicht die prozentuale Verteilung der Nützlinge innerhalb der Baumwollanbausysteme, wobei die weniger häufigen Gruppen als restliche Nützlinge zusammengefasst dargestellt werden.

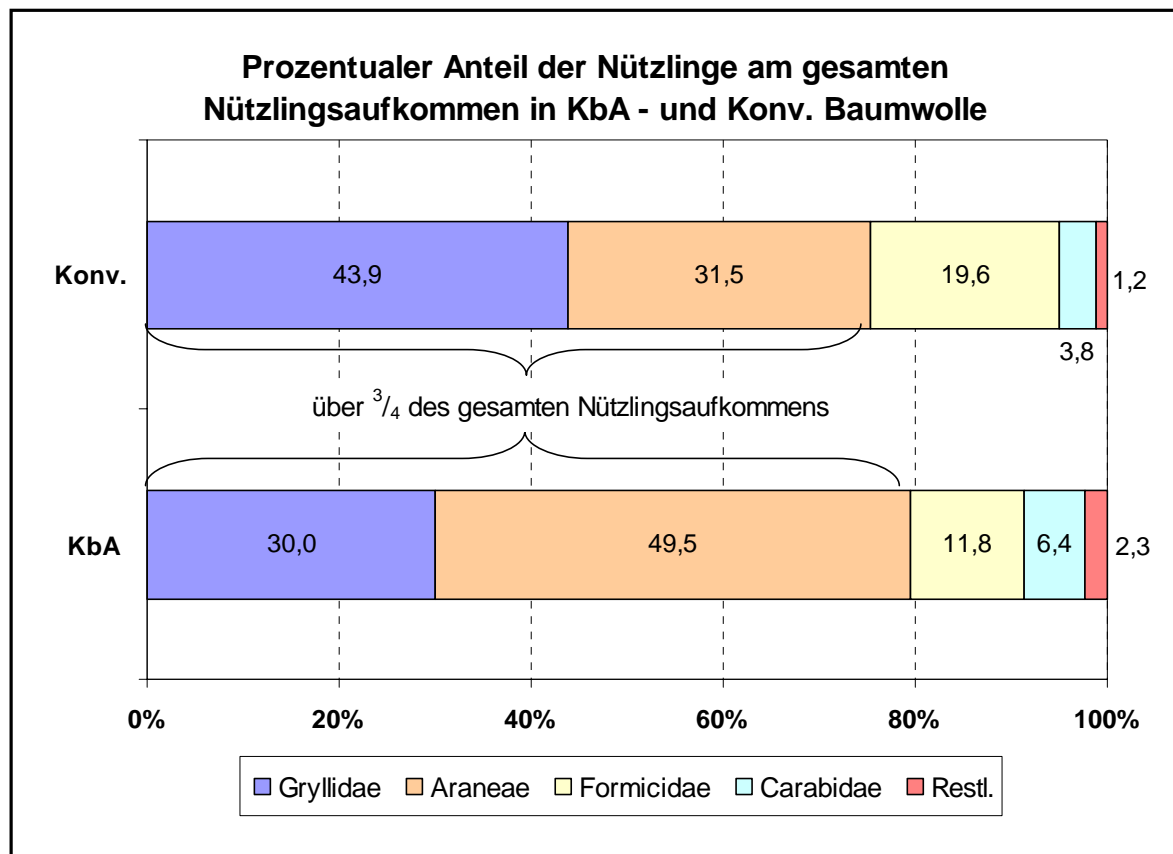
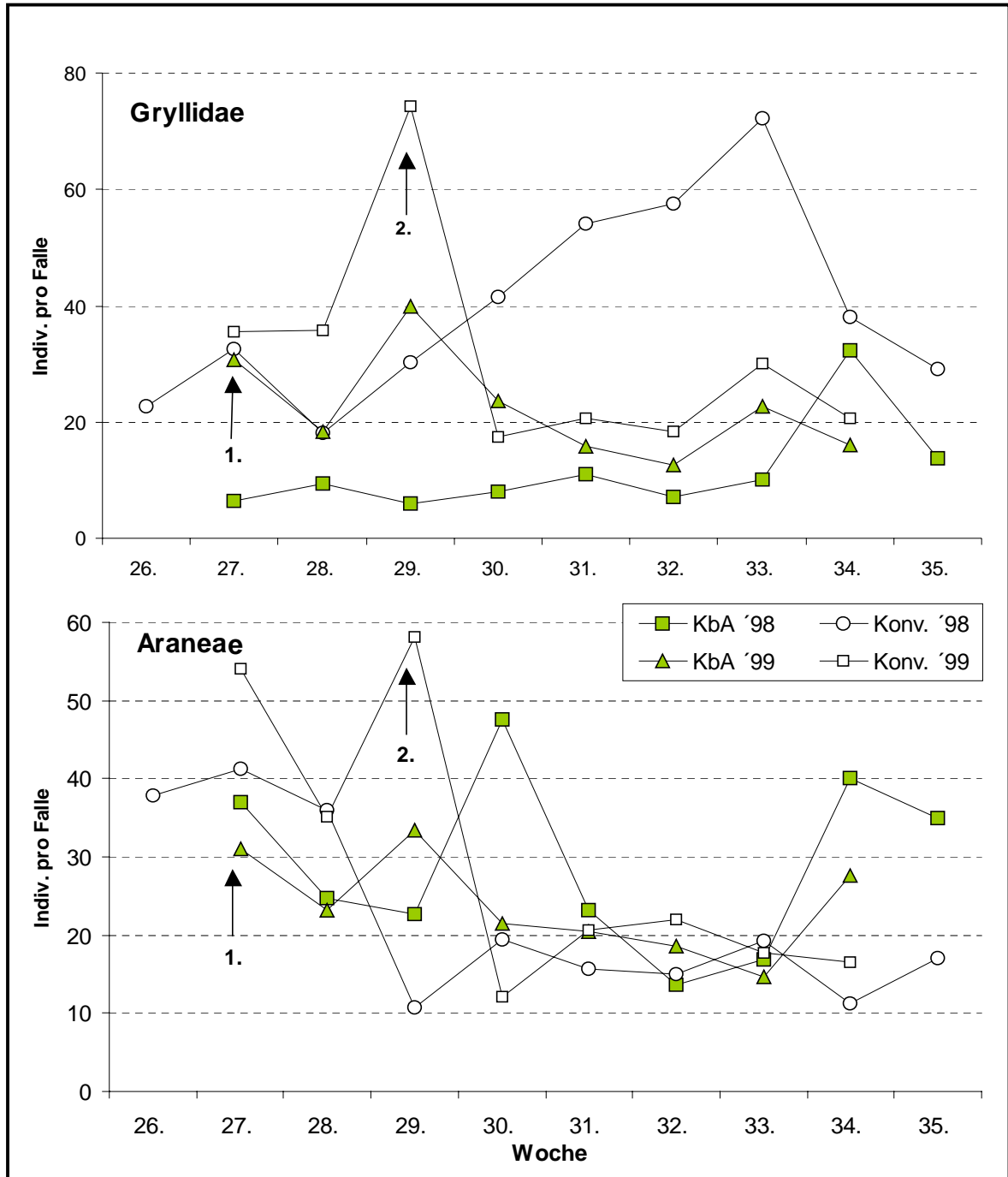


Abb. 12: Vergleich des gesamten Nützlingsaufkommens in kontrolliert biologischer- (KbA) und konventioneller (Konv.) Baumwolle anhand prozentualer Anteile der in Barberfallen gefangenen Nützlinge nach Gruppen (1998 und 1999)

Den Ergebnissen zufolge wird sowohl beim Vergleich der Häufigkeiten als auch bei der prozentualen Verteilung der Nützlinge deutlich, dass zwischen beiden Systemen des Baumwollanbaus Unterschiede bestehen. Bislang wurde dabei aber noch nicht auf die in Kapitel 3.2.2.1 beschriebenen Insektizidbehandlungen eingegangen. Bei Betrachtung der ermittelten Fangergebnisse in wöchentlichen Abständen können jedoch Veränderungen im Nützlingsaufkommen beobachtet werden. Da ausschließlich die konventionellen Flächen behandelt wurden, zeigten sich auf biologischen Flächen vor und nach den Behandlungen kaum Unterschiede. Von einigen Populationsschwankungen abgesehen, blieben die Fangergebnisse auf etwa gleichem Niveau.

Anhand der Fallenfänge von Grillen (Gryllidae) und Spinnen (Araneae), die gleichzeitig die häufigsten Nützlinge darstellen, werden die Unterschiede vor und nach den Insektizidbehandlungen deutlich, wie in Abb. 13 (Seite 49) veranschaulicht. Im ersten Jahr der Untersuchung wurden die konventionellen Baumwollfelder in der 27. Woche einmalig behandelt, was dazu führte, dass die Zahl der gefangenen Grillen pro Barberfalle durchschnittlich von ca. 33 auf 18 Grillen pro Woche reduziert wurde. Im Verlauf der

Vegetationsperiode konnte sich die Population der Gryllidae jedoch erholen und erreichte Anfang August durchschnittlich über 72 Grillen. Im gleichen Jahr wurden in KbA Baumwolle über die gesamte Anbausaison durchschnittlich ca. 12 Grillen pro Falle und Woche gefangen.



Mittelwerte aus 20 Barberfallen pro Woche und Baumwollanbausystem. KbA = kontrolliert biologischer Anbau; Konv. = konventioneller Anbau. 1. ↑ = Behandlung 1998; 2. ↑ = Behandlung 1999.

Abb. 13: Vergleich vorkommender Gryllidae und Araneae pro Barberfalle und Woche, in zwei Baumwollanbausystemen vor und nach Insektizidbehandlungen

Im darauf folgenden Jahr zeigte sich ein anderes Bild, wobei bereits früh in der Saison (29. Woche) durchschnittlich über 74 Grillen pro Falle ermittelt werden konnten. Nach der durchgeführten Behandlung mit CURACRONE[®], ebenfalls in der 29. Woche, fiel die Zahl gefangener Grillen auf durchschnittlich ca. 18 Individuen und erholte sich im weiteren Verlauf der Vegetationsperiode nicht mehr. Dies war möglicherweise durch die Folgebehandlung mit SUMIALFA[®] bedingt, die ca. zwei bis drei Wochen darauf stattfand. Die Anzahl der Grillen pro Falle und Woche in der KbA Variante war wiederum wesentlich niedriger, aber über die gesamte Vegetationsperiode verteilt mit durchschnittlich ca. 22 Grillen durchaus konstant.

Anhand der Anzahl gefangener Spinnen pro Falle und Woche kann die Wirkung der Insektizidbehandlungen in konventioneller Baumwolle noch deutlicher gezeigt werden. In beiden Jahren sanken die Spinnenzahlen pro Falle dabei von durchschnittlich über 40 (1998) bzw. 50 (1999) Spinnen vor der Insektizidbehandlung auf ca. 16 bzw. 18 Spinnen nach den Behandlungen ab. 1998 konnten in KbA Baumwolle im Mittel 29 Spinnen in der gesamten Versuchsperiode gefangen werden. Auch im Folgejahr waren die Fänge nahezu konstant bei durchschnittlich fast 24 Spinnen pro Falle und Woche.

3.2.3 Ergebnisse der Quadrataufschwemmung

Ähnlich wie die Methode der Barberfallen liefert die Quadrataufschwemmung Ergebnisse aus dem Bereich der epigäischen Fauna, mit dem Unterschied, dass ein Flächenbezug hergestellt werden kann. Aus den ermittelten Daten werden zunächst die Häufigkeiten vorkommender Nützlinge in konventioneller- und kontrolliert biologischer Baumwolle dargestellt. Danach werden dann die Ergebnisse der prädatorischen Biomasse in den unterschiedlichen Betriebssystemen vorgestellt. Alle Ergebnisse werden so berechnet, dass sie den gleichen Flächeneinheiten (m^2) entsprechen.

3.2.3.1 Häufigkeiten vorkommender Nützlinge

Wie schon im Kapitel 3.2.2 (Ergebnisse der Barberfallen) werden die jeweiligen Nützlinge zu Gruppen zusammengefasst. Auf eine nähere Bestimmung der einzelnen Arthropoden wurde hierbei verzichtet, da einige gefangene Exemplare durch die verwendeten Pinzetten stark beschädigt waren. Es wurden neun Ordnungen bzw. Familien bei dieser Methode ermittelt. In der Tabelle 6 (Seite 51) sind diese aufgelistet, wobei gleichzeitig deren Häufigkeit in den unterschiedlichen Anbausystemen pro Quadratmeter (m^2) aufgetragen ist.

Tab. 6: Durch Quadrataufschwemmung ermittelte Häufigkeit verschiedener Nützlinge pro Quadratmeter in konventioneller- und kontrolliert biologischer Baumwolle

Ordnung bzw. Familie		KbA (Arthr./m ²)	Konv. (Arthr./m ²)
	Araneae	52,7 ± 14,7 ^a	56,9 ± 2,3 ^b
	Staphylinidae	6,1 ± 3,9 ^a	9,9 ± 3,9 ^b
Coleoptera	Coccinellidae	0,8 ± 0,8 ^a	0,8 ± 1,2 ^a
	Carabidae	17,5 ± 10,0 ^a	12,4 ± 1,4 ^b
Gryllidae	Juvenil	5,4 ± 0,4 ^a	4,7 ± 2,7 ^a
	Adult	0,9 ± 0,5 ^a	0,8 ± 0,1 ^a
	Formicidae	17,1 ± 5,6 ^a	30,2 ± 17,5 ^b
	Dermaptera	5,2 ± 1,0 ^a	7,4 ± 2,8 ^a
	Heteroptera (Präd.)	0,3 ± 0,4 ^a	0,6 ± 0,8 ^a
	Chilopoda	0,8 ± 0,8 ^a	0,3 ± 0,4 ^b
Σ		106,8 ± 25,6^a	124,0 ± 18,3^a

Mittelwerte aus jeweils sechs Wiederholungen in den Untersuchungsjahren 1998 und 1999. Mittelwerte mit gleichen Buchstaben unterscheiden sich nicht signifikant voneinander (P>0,05) (Tukey-Test).

Insgesamt sind bei dieser Untersuchung mehr Nützlinge in konventioneller Baumwolle ermittelt worden als im kontrolliert biologischen Anbau. Besonders deutlich zeigt sich diese Tatsache in der Zahl der Spinnen (Araneae), Kurzflügler (Staphylinidae) und Ameisen (Formicidae) pro Quadratmeter. Bei der Berechnung auf einen Hektar wären beispielsweise 42 000 Spinnen bzw. 131 000 Ameisen mehr in konventioneller Baumwolle anzutreffen als in biologischer. Dagegen sind in KbA-Baumwolle die Laufkäfer (Carabidae) und Hundertfüßer (Chilopoda) signifikant häufiger eingesammelt worden.

Betrachtet man die jeweilige Verteilung der Nützlinge am gesamten Nützlingsaufkommen, so werden auch hier Unterschiede zwischen den Anbausystemen sichtbar. Dabei sind die Gruppen der Spinnen, Ameisen und Laufkäfer zusammen in beiden Anbausystemen mit mehr als 80 % am gesamten Fangergebnis beteiligt, wie in der folgenden Abbildung 14 (Seite 52) gezeigt wird. Zudem wird deutlich, dass für KbA-Baumwolle die Spinnen und Laufkäfer die größte Bedeutung haben, für konventionelle Baumwolle sind es zusätzlich die Ameisen.

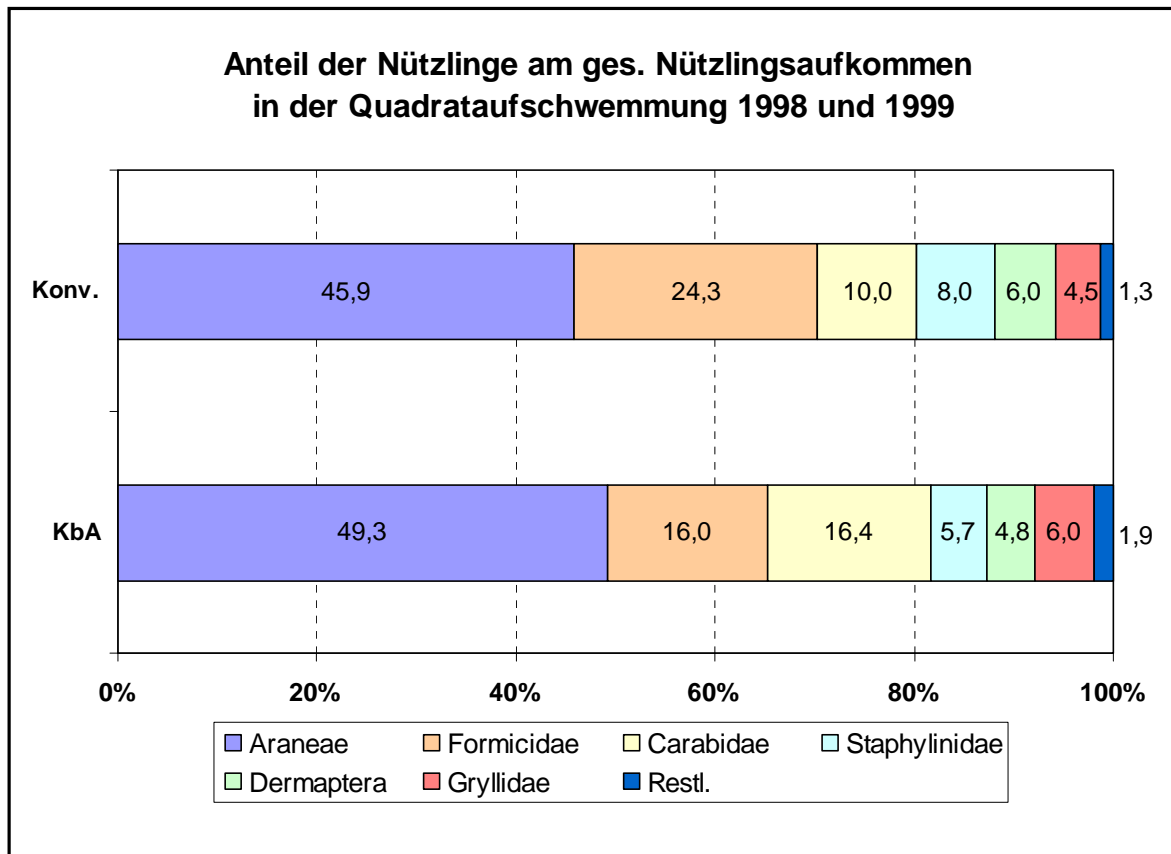
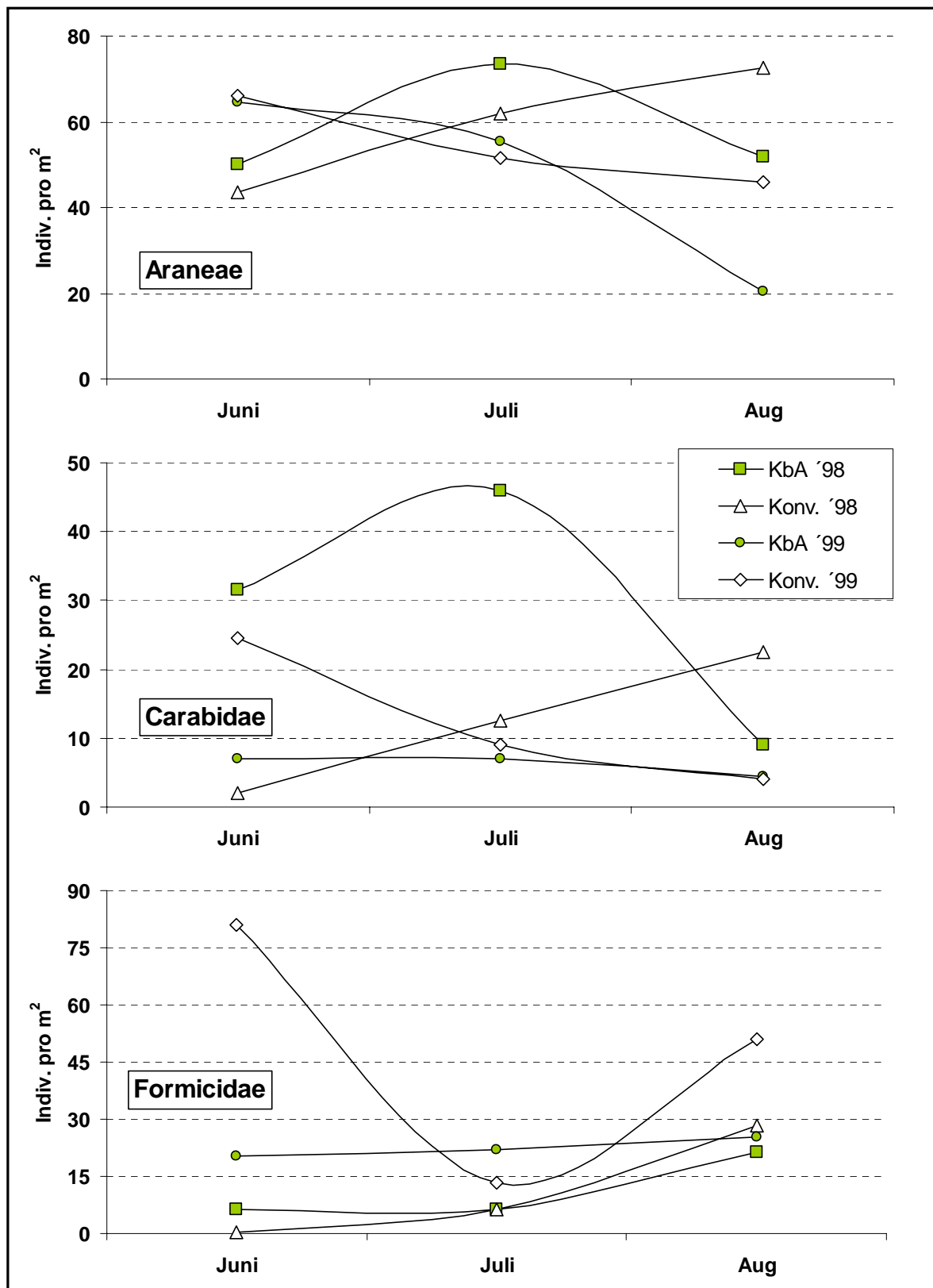


Abb. 14: Vergleich prozentualer Anteile der ermittelten Nützlinge am gesamten Nützlingsaufkommen in konventioneller und kontrolliert biologischer Baumwolle. Ergebnisse der Quadrataufschwemmung in den Jahren 1998 und 1999

Die am rechten Rand der Darstellung aufgeführte Gruppe der restlichen Nützlinge setzt sich aus Marienkäfern (Coccinellidae), prädatorischen Wanzen (Heteroptera) und Hundertfüßern (Chilopoda) zusammen. Die Ergebnisse korrespondieren im Fall der Spinnen, Laufkäfer und Ameisen mit denen der Barberfallen. Bei den Grillen zeigt sich jedoch ein umgekehrtes Verhältnis, es wurden bei dieser Untersuchung im konventionellen Anbau weniger Individuen gefangen als in KbA-Baumwolle. Die niedrigen Häufigkeiten sind durch die überwiegend nächtliche Aktivität dieser Insekten zu erklären.

Da die Quadrataufschwemmung an verschiedenen Terminen innerhalb der Baumwollsaison (Juni, Juli und August) durchgeführt wurde, können die Ergebnisse auftretender Nützlinge auch im zeitlichen Verlauf beschrieben werden. Die Untersuchungstermine repräsentieren in beiden Anbausystemen jeweils den Anfang, die Mitte und das Ende der Baumwollsaison. Die Daten werden aus zehn Aufschwemmungen summiert und in m^2 angegeben, sie sind Mittelwerte aus jeweils zwei Wiederholungen.



Daten sind Mittelwerte aus zwei Wiederholungen, summiert aus zehn Aufschwemmungen pro Jahr. Spinnen, Laufkäfer und Ameisen wurden in beiden Betriebssystemen am häufigsten ermittelt.

Abb. 15: Vergleich der häufigsten Nützlinge in konventioneller (Konv.) und kontrolliert biologischer (KbA) Baumwolle mit der Methode der Quadrataufschwemmung in den Jahren 1998 und 1999

Anhand der Abbildung 15 (Seite 53) lässt sich erkennen, dass sowohl die Spinnen, als auch die Laufkäfer in KbA-Baumwolle im ersten Jahr der Untersuchung ihr Maximum (73,5 Spinnen/m²; 46,0 Laufkäfer/m²) in der Mitte der Vegetationsperiode hatten. Bei den gleichen Nützlingen konnte im selben Jahr ein stetiger Anstieg der gefangenen Individuenzahlen pro m² für den konventionellen Anbau registriert werden. Ein anderes Bild zeigt sich für die Gruppe der Ameisen (Formicidae). Mit Ausnahme des konventionellen Anbaus 1999 zeigte sich in den anderen drei Varianten (KbA '98 & '99; Konv. '98) vom Anfang bis zum Ende der Baumwollvegetationsperiode konstante Individuenzahlen pro m². Dabei wurden in beiden Anbausystemen des Jahres 1998 im Durchschnitt 11,7 Ameisen pro m² gefangen. Für die KbA-Baumwolle des Jahres 1999 waren es dagegen im Mittel 22,7 Ameisen. Die 1999 in konventionellem Baumwollanbau ermittelten Formicidae waren mit 81,0 Individuen pro m² am Anfang der Saison zunächst wesentlich häufiger als in allen anderen Aufschwemmungen. Im Juli fiel die Individuenzahl auf durchschnittlich 13,5, um am Ende der Baumwollsaison wieder auf eine Zahl von 51,0 Ameisen pro m² zu steigen. Relativiert werden die zum Teil sehr stark schwankenden Häufigkeiten durch das Wiegen der Biomasse. So können trotz hoher Individuenzahlen die Gewichte der einzelnen Fänge Aufschluss über potentielle räuberische Aktivität geben. Eine große Spinne kann z.B. mehrere Laufkäfer im Gewicht und damit im Nahrungsbedarf übertreffen.

3.2.3.2 Prädatorische Biomasse

Zusätzlich zur flächenbezogenen Aussage lässt sich mit Hilfe der Biomasse das Potenzial der gefangenen Nützlinge abschätzen. In der vorliegenden Untersuchung wurden alle Fänge der Quadrataufschwemmung einzeln gewogen um sie anschließend vergleichen zu können. Dabei zeigte sich, dass am Anfang der Vegetationsperiode (Juni) sowohl in biologischer als auch konventioneller Baumwolle die höchsten Gewichte erzielt werden konnten (KbA: 104,6 mg/m²; Konv.: 117,0 mg/m²). Dieses Ergebnis korrespondiert nur mit den Häufigkeiten der ermittelten Gryllidae im selben Zeitraum. Alle anderen Nützlinge waren häufiger im Juli oder August anzutreffen. Wie schon zuvor im Kapitel 3.2.3.1 gezeigt werden konnte, war der prozentuale Anteil von Grillen am gesamten Nützlingsaufkommen im biologischen Anbau um 1,5 % höher als im konventionellem Anbausystem, was zu dieser Situation beiträgt.

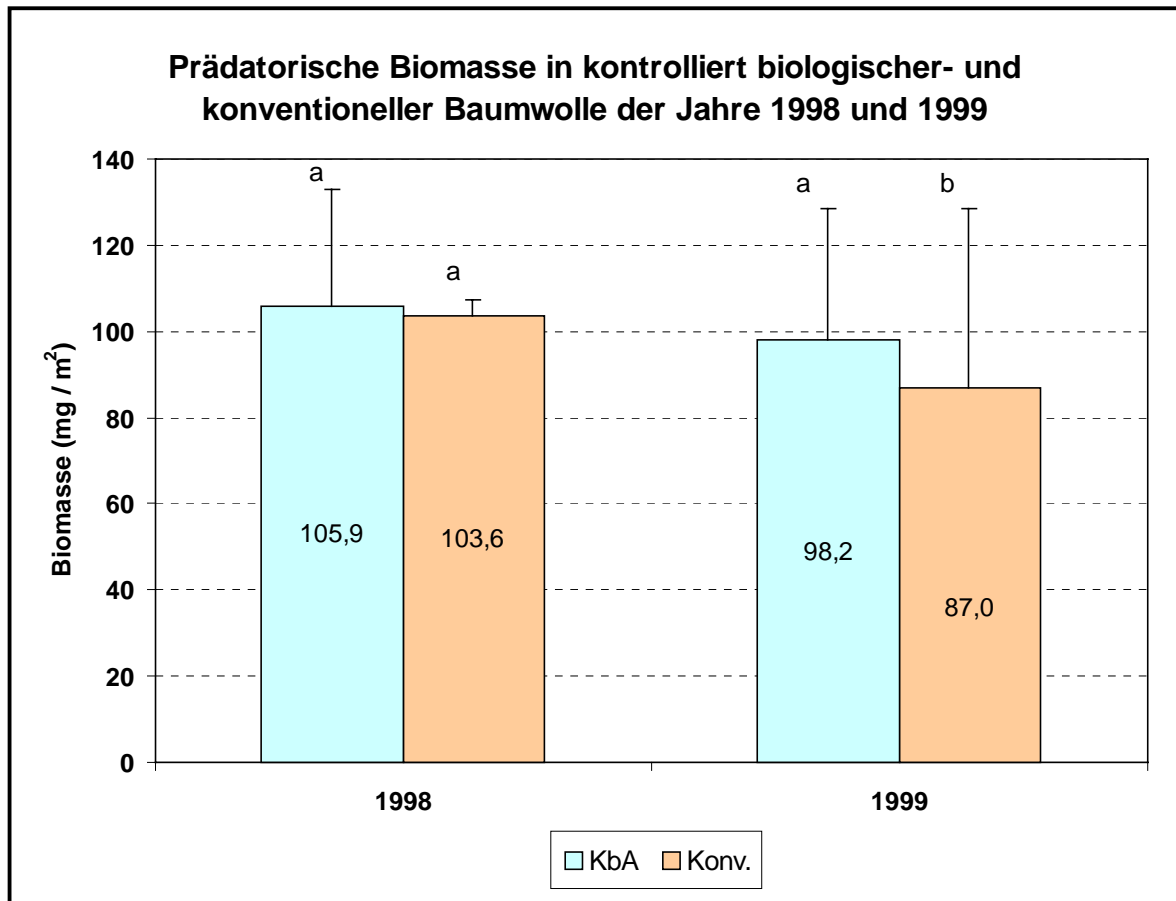


Abb. 16: Vergleich der prädatorischen Biomasse in kbA und konv. Baumwolle der Untersuchungsjahre 1998 und 1999. Dargestellt in mg / m². Säulen mit gleichen Buchstaben sind nicht signifikant unterschiedlich

In der Abb. 16 werden die Ergebnisse veranschaulicht, dabei zeigt sich, dass in beiden Jahren der Untersuchung höhere Gewichte pro m² im kontrolliert biologischen Baumwollanbau gemessen werden konnten. Obwohl nur schwach signifikante Unterschiede gefunden werden konnten, bestätigt sich doch die Annahme, dass im biologischen Anbau die Nutzarthropoden eine wichtige Rolle zur Bekämpfung phytophager Spezies (überwiegend saugende Insekten, wie Aphididae, Thripidae, Cicadellidae und Aleyrodidae) einnehmen. Große räuberische Arthropoden wie Vertreter der Araneae, Gryllidae oder Carabidae, können aber auch Lepidopterenlarven beispielsweise von Kapselwürmern (*P. gossypiella* und *E. insulana*) angreifen und deren Populationsgrößen reduzieren.

Da weder die Barberfallen, noch die Quadrataufschwemmungen das Vorkommen von phytophagen Arthropoden nachweisen, wurde ein Arthropoden-Monitoring (vgl. Kap. 2.2.2) zum Vergleich der beiden Anbausystemen durchgeführt. Am Ende dieses Kapitels (Kap. 3.3; Diskussion) werden alle Ergebnisse nochmals verglichen und diskutiert.

3.2.4 Arthropoden-Monitoring an den Pflanzen

Beim Vergleich des biologischen Baumwollanbaus mit dem konventionellen spielen viele Faktoren eine bedeutende Rolle. Gerade im Hinblick auf die vorkommenden Arthropoden direkt auf der Pflanze stellt das Arthropoden-Monitoring eine Methode dar, die umfassend sowohl die Nützlinge als auch die phytophage Fauna berücksichtigt. Hierfür wurden in der vorliegenden Untersuchung an jedem Monitoringtermin jeweils 20 Pflanzen (fünf Blätter und fünf Kapseln pro Pflanze) pro Wiederholung eingehend auf vorkommende Arthropoden abgesucht. Auf eine nähere Bestimmung der Arthropoden wurde verzichtet, wie bereits in Kapitel 2.1.3.1 beschrieben, beschränkte sich die Bestimmung auf Ordnungen bzw. Familien. Zunächst werden hier die Ergebnisse der ermittelten Nützlingszahlen in den zwei Anbausystemen verglichen, um sie anschließend den vorkommenden Schadinsekten gegenüberzustellen.

3.2.4.1 Nützlinge

Bedingt durch die Vielzahl vorkommender Arthropoden im Baumwollökosystem ist eine Vereinfachung der Zählungen durch eine Zusammenfassung verschiedener Gattungen zu Familien oder Ordnungen angebracht. Die Gruppe der Nützlinge bestand überwiegend aus Araneae (Spinnen), Chrysopidae (Florfliegen) und Coccinellidae (Marienkäfern), die in beiden Anbausystemen ca. 90 % der gezählten Nützlinge ausmachten. Andere angetroffenen Nützlinge waren Formicidae (Ameisen), Staphylinidae (Kurzflügler) und Carabidae (Laufkäfer), die im Mittel jedoch wesentlich weniger häufig waren. Verschiedene Nützlinge, wie beispielsweise Vertreter der Ichneumonidae (Schlupfwespen) oder der Ordnung Mantodea (Fangheuschrecke, Gottesanbeterin) wurden so selten angetroffen, dass sie für die Ergebnisse dieser Untersuchung keine Rolle spielten.

Vergleicht man die gezählten Nützlinge in den Anbausystemen, so lässt sich feststellen, dass im kontrolliert biologischen Baumwollanbau im Mittel 51,6 % aller erfassten Arthropoden zu dieser Gruppe zu zählen sind. Dagegen waren es in der konventionellen Baumwolle nur durchschnittlich 26,6 %. Der prozentuale Anteil der verschiedenen Nützlingen am gesamten Nützlingsaufkommen unterschied sich dabei zwischen den Anbausystemen nicht signifikant. In beiden Fällen machten die Gruppe der Araneae über 60 % aller Nützlinge aus. Auffällig war auch hier das häufige Auftreten von *Thanatus* sp., in beiden Betriebssystemen (vgl. Kap. 2.2.2).

Beim Vergleich der Häufigkeiten einzelner Familien bzw. Ordnungen in den verschiedenen Anbausystemen werden die Unterschiede deutlich. In der folgenden Abbildung 17 werden die Ergebnisse der Arthropodenzählungen pro Pflanze dargestellt, wobei jeweils fünf Blätter und fünf Kapseln abgesucht wurden.

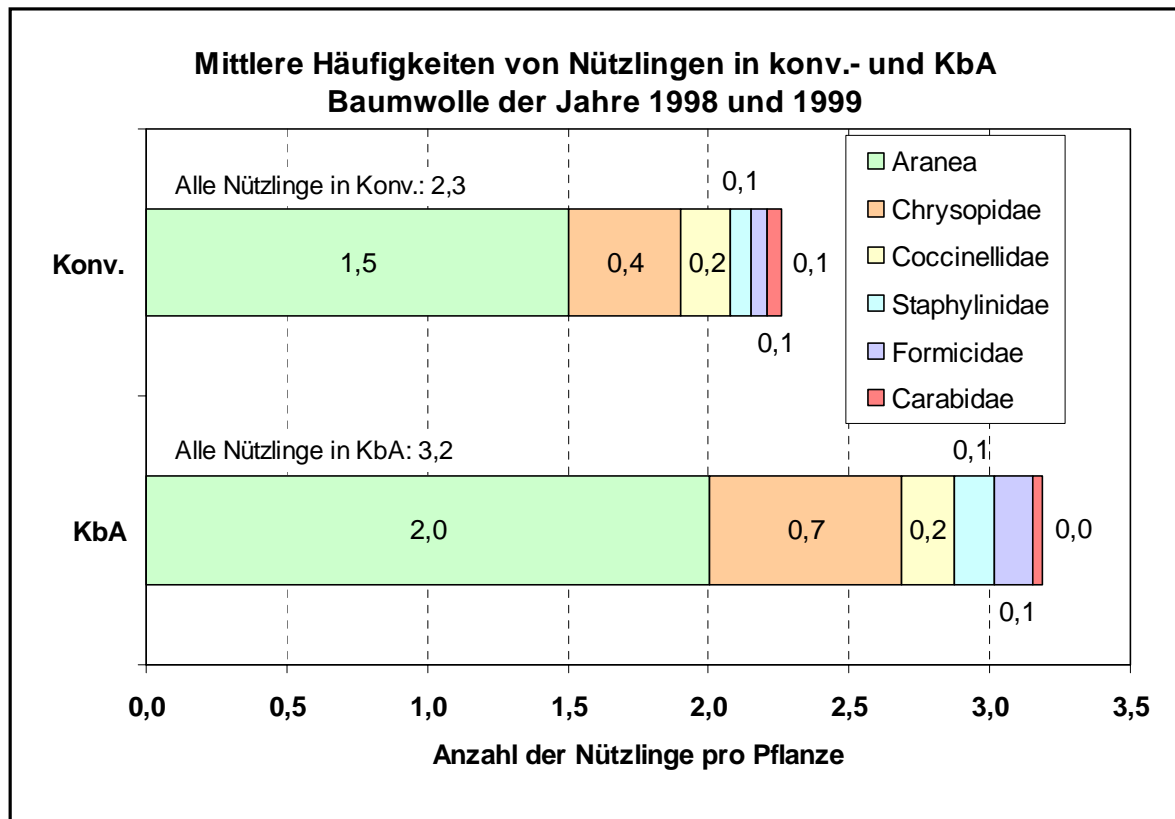


Abb. 17: Vergleich der durchschnittlichen Häufigkeiten vorkommender Nützlinge in konventioneller (Konv.) und biologischer (KbA) Baumwolle anhand des Arthropoden-Monitorings. Mittelwerte aus allen Wiederholungen und Untersuchungsjahren sind dargestellt als Nützlinge pro Pflanze

Mit insgesamt durchschnittlich 3,2 Nützlinge pro Pflanze hat die biologische Baumwolle fast einen Besucher mehr aus dieser Gruppe als die konventionelle Variante. Ausschlaggebend für diesen statistisch nachweisbaren Unterschied sind vor Allem die vorgefundenen Spinnen und Florfliegen. Alle anderen Nützlinge unterscheiden sich im Vergleich der Betriebssysteme nicht signifikant.

Betrachtet man sich die Versuchsergebnisse in der zeitlichen Reihenfolge der Untersuchungstermine (Juni, Juli und August), so wird deutlich, dass im Verlauf der Vegetationsperiode die Zahl der Nützlinge tendenziell ansteigt. Dieses ist nicht zuletzt dadurch bedingt, dass auch der Schädlingsdruck mit steigender Blattmasse zunimmt.

3.2.4.2 Saugende Schädlinge

Zur Gruppe der phytophagen Arthropoden gehören in erster Linie solche die man als saugende Schädlinge bezeichnet. Beim Vergleich der Anbausysteme kann deutlich gezeigt werden, dass in konventioneller Baumwolle mehr als doppelt so viele saugende Schädlinge gefunden wurden, als in der biologischen Variante (konv.: 5,4; KbA: 2,4 Individuen pro Pflanze) (siehe Abb. 18). Die häufigsten Familien waren dabei Zwergzikaden (Cicadellidae, überwiegend *Jacobiasca lybica* De Berg), gefolgt von Weißen Fliegen (Aleyrodidae, *Bemisia tabaci* Genn.) und Blattläusen (Aphididae, überwiegend *Aphis gossypii* Glover). Durchaus von Bedeutung, aber weniger häufig waren die Familien bzw. Ordnungen der phytophagen Wanzen (Heteroptera), Blattflöhe (Psyllidae) und Blasenfüße (Thripidae), die sich jedoch in den beiden Baumwollanbausystemen nicht signifikant voneinander unterschieden. Der prozentuale Anteil der saugenden Schädlinge am gesamten Fangergebnis beträgt im konventionellen Anbau durchschnittlich 63,2 %, wohingegen in biologischer Baumwolle nur 39,4 % dieser Gruppe zuzuordnen sind.

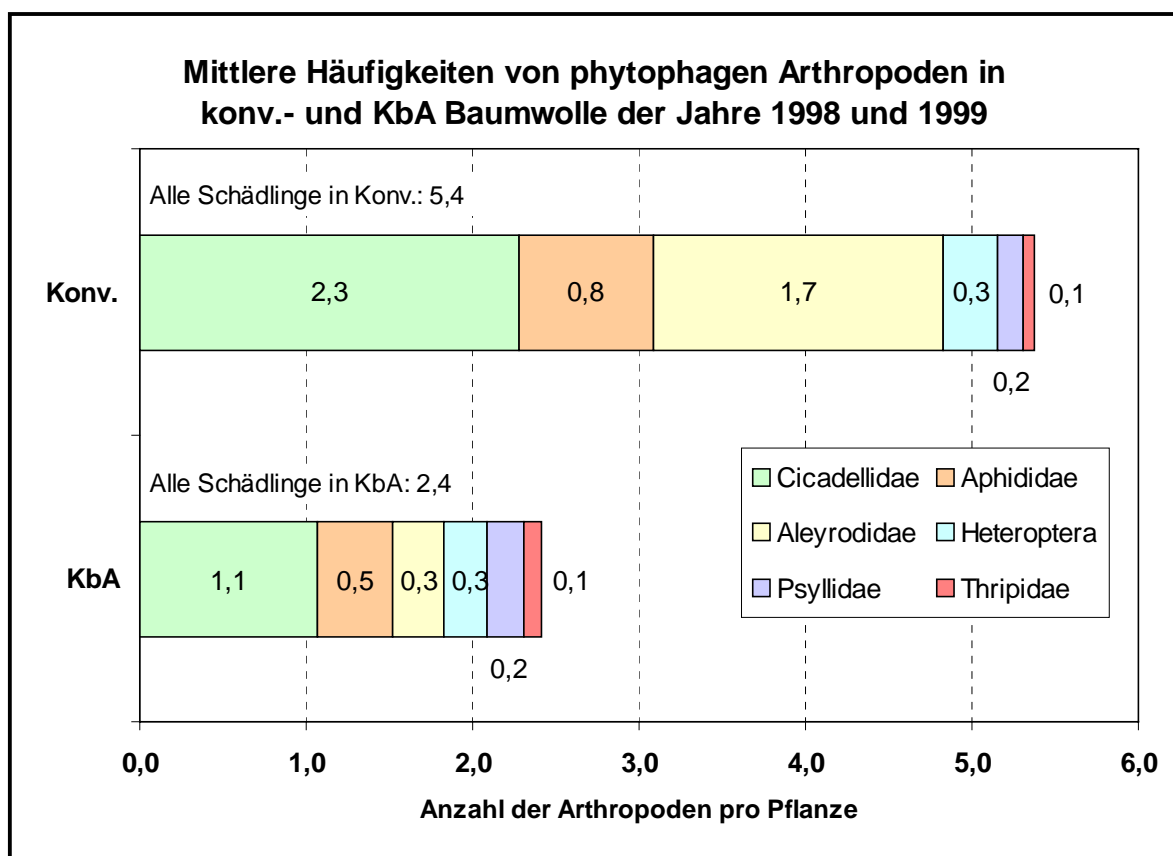


Abb. 18: Vergleich der saugenden Schädlinge, dargestellt anhand der Häufigkeiten pro Pflanze, in konventioneller und biologischer Baumwolle. Mittelwerte aus allen Wiederholungen und Untersuchungsjahren

Es wurden auch fressende Schädlinge (überwiegend Lepidopterenlarven, abgesehen von einigen Saltatoria) vorgefunden. Dabei sind vor allem die Kapselwürmer *Pectinophora gossypiella* und *Earias insulana* zu erwähnen, die im biologischem Anbau mit durchschnittlich ca. neun Prozent und im konventionellen mit ca. zehn Prozent an den Gesamtzählungsergebnissen beteiligt waren. Der Komplex der Baumwollkapselwürmer wird vor allem gegen Ende der Vegetationsperiode angetroffen und kann nur bedingt mit dem Vorkommen von saugenden Arthropoden verglichen werden. Verlässliche Befallszahlen sind vor allem für *P. gossypiella* nur durch Kapselproben zu ermitteln (vgl. Kap. 2.2.2.3). Ergebnisse durchgeführter Kapselproben werden ausführlich im Kapitel 4.2.1 (Pheromoneinsatz) beschrieben. Von daher wird an dieser Stelle darauf verzichtet.

3.2.5 Unterschiede der Begleitflora

Wie schon eingangs erwähnt, besteht ein Öko-Monitoring aus vielen einzelnen Komponenten. Die möglichst genaue und im Rahmen jeder Untersuchung durchführbare Beschreibung eines Ökosystems beinhaltet daher auch eine Bestandsaufnahme der vorhandenen Begleitflora. Zunächst ist zu erwähnen, dass im ägyptischen Baumwollanbau nur in einigen Ausnahmefällen (große und intensiv bewirtschaftete Flächen) Herbizide zum Einsatz kommen. Auf den ausgesuchten Flächen dieser Untersuchung wurden weder Herbizide noch Wachstumsregulatoren eingesetzt, die einen Einfluss auf die Begleitflora haben könnten. Auch die konventionellen Betriebe beschränkten sich ausschließlich auf mechanische Kontrollmaßnahmen. Dennoch ist davon auszugehen, dass sich die Begleitflora in beiden Anbausystemen unterscheidet, da die Häufigkeit der durchgeführten Unkrauthacken und die Verwendung von Düngemitteln voneinander abweichen. Im biologischem Baumwollanbau wird im Gegensatz zum konventionellen ausschließlich organisch gedüngt. Generell ist die Baumwolle den meisten Unkräutern überlegen, sobald vollständige Bodendeckung erreicht wird (Mitte Mai bzw. Anfang Juni), dennoch sind über die gesamte Vegetationsperiode bestimmte Unkräuter immer anzutreffen.

Beobachtungen ergaben, dass die konventionellen Landwirte nach der oben erwähnten vollständigen Bodenbedeckung die Unkrautbekämpfung völlig einstellten, wohingegen im biologischen Anbau viele Landwirte die auftretenden Unkräuter noch als zusätzlich Futterquelle für ihre Tiere nutzten. In der folgenden Tab. 7 (Seite 60) sind die vorkommenden Arten mit ihrer Häufigkeit pro m² aufgelistet.

Tab. 7: Vorkommen verschiedener Unkräuter in biologischen und konventionelle Baumwollfeldern. Mittelwerte und Standardabweichungen aus insgesamt 20 Wiederholungen pro Betriebssystem

Pflanzenart	KbA (Pfl./m ²)	Konv. (Pfl./m ²)
<i>Convolvulus arvensis</i> L. (Convolvulaceae)	0,10 ± 0,14	0,40 ± 0,14
<i>Corchorus olitorius</i> L. (Tiliaceae)	0,90 ± 1,27	0,35 ± 0,21
<i>Solanum nigrum</i> L. (Solanaceae)	0,05 ± 0,07	0,00 ± 0,00
<i>Portulaca oleracea</i> L. (Portulacaceae)	0,20 ± 0,14	2,50 ± 0,99
<i>Euphorbia geniculata</i> ORTEGA (Euphorbiaceae)	0,10 ± 0,14	0,00 ± 0,00
<i>Echinochloa colonum</i> (L.) LINK (Poaceae)	4,70 ± 4,81	2,10 ± 1,56
<i>Dinebra retroflexa</i> (Forssk.) PAUZ. (Poaceae)	1,05 ± 1,48	0,70 ± 0,99
<i>Amaranthus viridis</i> L. (Amaranthaceae)	0,00 ± 0,00	0,35 ± 0,35
Übrige Poaceae	0,10 ± 0,14	0,10 ± 0,14
<i>Sida alba</i> L. (Malvaceae)	0,10 ± 0,14	0,05 ± 0,07
Pflanzen pro m² (Summe)	7,30 ± 1,44	6,55 ± 0,90

Abgesehen von einem Feld des biologischen Anbaus, in dem überwiegend *Echinochloa colonum* (L.) LINK vorgefunden wurde, war die Verunkrautung in den anderen Feldern als moderat einzustufen. Auffällig ist die hohe Anzahl von *Portulaca oleracea* in konventioneller Baumwolle, die nicht wie im biologischen Anbau selektiv gesammelt und verfüttert wird. Umfrageergebnissen zufolge haben die konventionellen Landwirte Angst, Unkräuter aus insektizidbehandelten Flächen zu verfüttern, da schon Tiere gestorben seien (IPM-PROJECT, 1999).

Während zahlreicher Feldbesuche konnten, obwohl nicht bei dieser Untersuchung quantitativ erfasst, noch zahlreiche andere Unkrautarten angetroffen werden. Hierbei handelt es sich um *Sonchus oleraceus* L., *Amaranthus hybridus* L., *Hibiscus trionium* L., *Cynodon dactylon* (L.) PERS., *Cyperus rotundus* L., *Physalis angulata* L., *Datura stramonium* L. und *Digitaria* spp., die in beiden Anbausystemen gleichermaßen vorkamen. Aufgrund der Artenzusammensetzung kann hier der Ackerbegleitflora keine Bedeutung als Reservoir der Baumwollschädlinge zugemessen werden, zumal die Familie der Malvaceae sehr selten waren.

3.2.6 Ertragsergebnisse

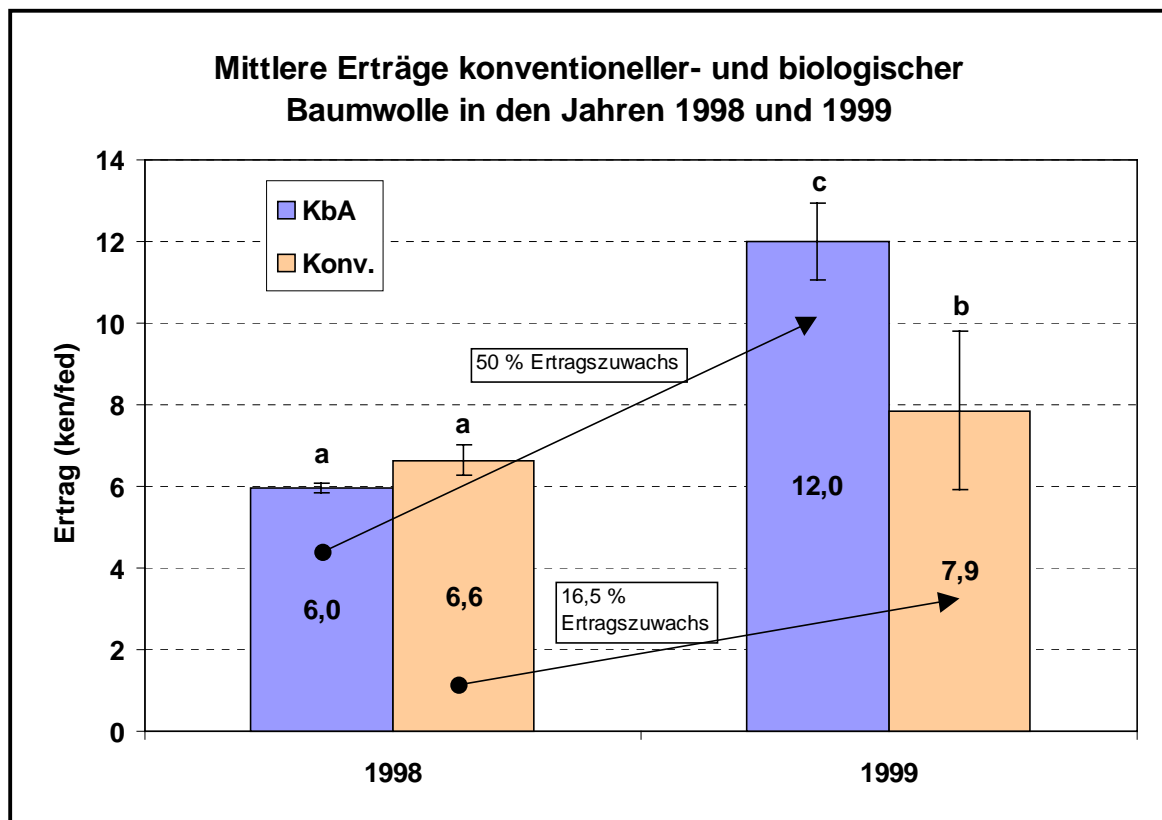
Die Baumwollernte in Ägypten beginnt in der Regel zwei bis drei Wochen nach der letzten Bewässerung, wenn 60 - 70 % der Baumwollkapseln geöffnet sind. Die Kapseln an der Pflanzenbasis öffnen sich zuerst, während an der Pflanzenspitze durchaus noch junge Knospen zu finden sind (ABDEL-SALAM, 1999). Ein Aussetzen der Bewässerung bewirkt eine Notreife der oberen Kapseln (meist mindere Qualität) und führt zum Abtrocknen der gesamten Blattmasse. Vereinzelt werden von einigen Landwirten zum Zeitpunkt der letzten Bewässerung die Apikaltriebe abgebrochen, um weiteres vegetatives Wachstum zu hemmen und ein gleichmäßiges Reifen der Kapseln herbeizuführen. Aus Qualitätsgründen wird das mehrmalige Pflücken empfohlen, welches jedoch nur in Ausnahmefällen durchgeführt wird. In der Praxis wird gewartet, bis ca. 90 % der Kapseln geöffnet sind, um anschließend nur einmal zu Pflücken. Ein Grund für diese Form der Ernte ist die mangelnde Kompensation der zusätzlichen Kosten für mehrmaliges Pflücken, beispielsweise durch qualitätsbedingte Preisabstufung.

Im Untersuchungsgebiet (Governorat Fayoum) fand die Ernte von Mitte August bis Anfang September statt, sodass sie in der ersten Septemberwoche abgeschlossen war. Zur Vervollständigung des vergleichenden Öko-Monitorings wurden sowohl in der konventionellen, als auch in der kontrolliert biologischen Baumwolle Ertragsmessungen durchgeführt, indem randomisiert ausgewählte Parzellen gleicher Größe getrennt gepflückt und gewogen wurden. Gepflückt wurde an aufeinander folgenden Tagen jeweils früh morgens (6:00 -11:00 Uhr), um einen zu hohen Verunreinigungsgrad, bedingt durch trockene Blätter und Staub, zu vermeiden. Um die so erhobenen Daten der Rohbaumwolle ("seed cotton") untereinander vergleichen zu können, wurden sie auf einheitliche Flächeneinheiten berechnet.

Beim Vergleich aller ermittelten Ertragsergebnisse wird zunächst sehr deutlich, dass das Ertragsniveau der beiden Untersuchungsjahre stark voneinander abweicht. Danach wurden im ersten Jahr der Untersuchung nur durchschnittlich 63,3 % des im Folgejahr ermittelten Ertragsniveaus erreicht. Im Fall der biologischen Baumwolle konnte von 1998 zu 1999 ein mittlerer Ertragszuwachs von 50 % errechnet werden, wohingegen im konventionellen Anbau ein durchschnittlicher Mehrertrag von 16,5 % erzielt wurde (BOGUSLAWSKI & BASEDOW, 2001). Insgesamt war die Baumwollsaison 1998 für alle Anbauregionen (Niltal und Delta) ein Jahr mit niedrigen Erträgen, was sich auch in der Exportbilanz für ägyptische Baumwolle widerspiegelte, zumal im selben Zeitraum die

Gesamtfläche der Baumwollproduktion um knapp ein Viertel auf ca. 600 000 Feddan sank (CSPP, 1999). Die Ertragseinbußen waren zum Teil durch starken Schädlingsbefall bedingt, der überwiegend von Kapselwürmern (*P. gossypiella* und *E. insulana*) verursacht wurde (vgl. Kap. 4; Pheromoneinsatz).

Bei Betrachtung der absoluten Ertragszahlen der konventionellen und biologischen Baumwolle, werden ebenfalls Unterschiede deutlich. So konnte 1999 ein signifikant höherer Ertrag in kontrolliert biologischer Baumwolle verzeichnet werden ($P < 0,01$; U-Test). Dagegen waren die Erträge im ersten Jahr der Untersuchung nicht signifikant verschieden. Die folgende Abbildung 19 veranschaulicht die aufgetretenen Ertragsunterschiede der Baumwollanbausysteme in den Jahren 1998 und 1999.



KbA = Baumwolle aus kontrolliert biologischem Anbau; Konv. = Konventionelle Baumwolle; ken/fed = Kentar (157,5 kg) pro Feddan (0,42 ha); Pfeile markieren Ertragszuwachs; Säulen mit unterschiedlichen Buchstaben sind signifikant verschieden ($P < 0,01$) Mann-Whitney-Test.

Abb. 19: Vergleich der durchschnittlichen Erträge von konventioneller- und kontrolliert biologischer Baumwolle in den Jahren 1998 und 1999. Mittelwerte aus drei bzw. sechs Wiederholungen mit Standardabweichungen

Die geerntete Baumwolle (Rohbaumwolle) wird in Ägypten stets in Kentar (ein ken. Entspricht 157,5 kg Rohbaumwolle) pro Feddan (ken/fed) angegeben, um sie von entkerner Baumwolle ("lint cotton") zu unterscheiden. Die Maßeinheiten sind auch in dieser Untersuchung verwendet worden. Ökonomisch ist die biologische Baumwolle dann

konkurrenzfähig, wenn etwa gleiche Erträge wie in konventioneller Produktion erreicht werden. Im Durchschnitt wird ein Aufpreis von ca. 20 % für die Ökobaumwolle gezahlt. Die Deckungsbeiträge wurden bereits in Kapitel 2.2.5 veranschaulicht. Dabei erreichte die konventionelle Baumwolle in der Saison 1998, trotz 0,6 ken/fed (9,1 %) Mehrertrag nur ca. 60,- £E (zum damaligen Zeitpunkt etwa 30,- DM) Gewinn gegenüber der biologischen Variante. Im Gegensatz dazu erwirtschaftete die biologische Baumwolle im Folgejahr (1999) mit 4,1 ken/fed (34,2 %) Mehrertrag, einen dementsprechend höheren Deckungsbeitrag, er lag bei 3 360,- £E, gegenüber 2 054,- £E in konventionellem Anbau. Die erzielten Ertragsergebnisse des Jahres 1999 unterstreichen, dass bei hohem Ertragsniveau die Baumwolle nach wie vor eine der wichtigsten "cash crops" für die ägyptische Landwirtschaft darstellt.

3.3 Diskussion

Das vergleichende Öko-Monitoring setzte sich zum Ziel, Unterschiede in den beiden untersuchten Anbausystemen herauszufinden und zu analysieren. Wie schon eingangs im Detail beschrieben, gibt es für einen solchen Vergleich eine Vielzahl von verwendbaren Methoden, die von verschiedenen Autoren beschrieben werden (MÜHLENBERG, 1993; STRAUSS, 1991; EBERHARDT & THOMAS, 1991; COCHRAN, 1983). Ein bis zu allen Details durchgeführter Vergleich lässt sich jedoch nicht in Freilanduntersuchungen durchführen, denn es bleiben immer Faktoren unbeachtet, die die Ergebnisse beeinflussen. Zwei Gebiete oder zwei Artengemeinschaften erweisen sich statistisch immer als signifikant verschieden, wenn man sie nur ausreichend detailliert untersucht. Man lehnt dann beim Signifikanztest die Nullhypothese ab, obwohl sie richtig ist (HURLBERT, 1984).

Bei den in dieser Untersuchung dargestellten Ergebnissen zeigte sich, dass im konventionellen Baumwollanbau mit der Methode der Barberfallen durchschnittlich mehr Nützlinge gefangen werden konnten als im biologischen Anbau. Hierbei handelt es sich um relative Häufigkeiten, denn das Einzugsgebiet der Barberfallen lässt sich nicht genau bestimmen (BAARS & VAN DIJK, 1984). Die flächenbezogenen Aufschwemmungen bestätigten aber die Aussage der Bodenfallen. Eine mögliche Erklärung für das häufigere Auftreten von Nützlingen insgesamt ist der späte Aussaattermin und das verstärkte vegetative Wachstum der konventionellen Baumwolle aufgrund mineralischer Düngung, welches gleichzeitig auch mehr Phytophage anlockt. Nach KRANZ et al. (1979) leiden spät gesäte Baumwollbestände stärker unter Aphiden als früh gesäte, mit negativen Folgen für Ertrag und Qualität. EL RIFAI & EMAM (1994) haben in Feldversuchen zeigen können, dass vor allem ein frühes Aussaatdatum der Baumwolle in Ägypten den Befall von Kapselwürmern (*P. gossypiella* und *E. insulana*) sowie von Aphiden (*Aphis gossypii*) und weißer Fliege (*Bemisia tabaci*) gegenüber spät gesäter Baumwolle stark reduzieren kann. Parallel dazu wurden signifikant höhere Erträge in früh gesäter Baumwolle nachgewiesen.

Bei differenzierterer Betrachtung der Barberfallen-Fangergebnisse sind vor allem Spinnen (Araneae), Laufkäfer (Carabidae) und Ohrwürmer (Dermaptera) im biologischen Baumwollanbau häufig, was unter anderem darauf zurückzuführen ist, dass die Behandlung mit Insektiziden im konventionellen Anbau das Auftreten dieser Arthropoden vermindert hat. Spinnen erweisen sich als besonders empfindlich gegenüber synthetischen Pyrethroiden (BASEDOW et al., 1985), die auch hier zum

schen Pyrethroiden (BASEDOW et al., 1985), die auch hier zum Einsatz kamen. Der Nutzen von Spinnen zur biologischen Schädlingsbekämpfung hängt von mehreren Faktoren ab, wie z. B. dem Wetter, der angebauten Kultur und dem Aussaatdatum. Spinnen gehören nach GROSSMAN (1990) zu den wichtigsten Prädatoren im Baumwollanbau der USA und machen ca. 50 % aller Nützlinge aus. Sie sind sehr empfindlich gegen jegliche chemische Behandlung, wobei vor allem Insektizide Populationen fast völlig vernichten können. JEPSON (1989) beschreibt die Wirkung von Pestiziden auf Nützlinge und diskutiert verschiedene Methoden, mit denen Risiken in Ökosystemen kurz-, mittel- und langfristig abgeschätzt werden können.

Natürliche Gegenspieler der Baumwollschädlinge werden im biologischen Anbausystem gefördert und spielen beispielsweise bei der Schädlingsbekämpfung im organischen Baumwollanbau Indiens eine wesentliche Rolle (VAN ELZAKKER, 1999). In verschiedenen Labor- und Feldversuchen mit Baumwollschädlingen in den USA konnten STERLING et al. (1989) detaillierte Informationen über Nützlinge sammeln. Dabei sind beispielsweise im kalifornischen Baumwollanbau sowohl *Chrysopa carnea* als auch verschiedene Spinnenarten die wichtigsten Prädatoren. Ein vermehrtes Auftreten von Nützlingen wird auch von EL-ARABY & MERCKENS (1999) in der biologischen Baumwollproduktion Ägyptens beschrieben. Die Zählungen an den Baumwollpflanzen (vgl. Abb. 17, Seite 57) bestätigen für das Governorat Fayoum diese Aussage. Eine vollständige Kontrolle der auftretenden Schädlingspopulationen ist dabei eine sehr seltene Ausnahme, die von der Natur nicht vorgesehen ist.

Beim Vergleich der Anbausysteme (kontrolliert biologischer & konventioneller Anbau) in den USA konnten PLEYDELL-BOUVERIE (1994) keine signifikanten Unterschiede der Pflanzenphysiologie (Pflanzenhöhe, Anzahl der Kapseln pro Pflanze, u. a.) zwischen organischer und konventioneller Baumwolle aufzeigen, die mit der gleichen Pflanzendichte angebaut wurden. Geringere Pflanzendichten führen nach BROWN (1995) bei der Baumwolle zu mehr Kapseln pro Flächeneinheit, eine ausreichende Nährstoffversorgung für die organische Baumwolle muss dabei jedoch sichergestellt werden. In der konventionellen Baumwollproduktion Ägyptens werden für die Stickstoffversorgung hauptsächlich mineralische N-Düngemittel eingesetzt, wie von EL-MOWELHI (1997) beschrieben wird. Übermäßiges Nährstoffangebot vor allem von Stickstoff führt andererseits zu einem verstärkten vegetativen Wachstum, welches saugende Schädlinge begünstigt. ABDEL-FATTAH et al. (1976) belegten mit zahlreichen Versuchen die positive Beziehung von N-Düngung und Schädlings- sowie Krankheitsbefall in der Baumwollproduktion. Ein

erhöhter Schädlingsdruck wird von konventionellen Landwirten in der Regel mit einer Intensivierung der Insektizidenapplikationen beantwortet, welche hohe Kosten verursachen und zu Resistenzen bei den Schädlingen führen können. BRANDT (1989) berichtet beispielsweise über die nachlassende Wirkung vieler Insektizide bei Schlüsselschädlingen in den baumwollproduzierenden Ländern Afrikas, mit der Folge, dass immer höhere Konzentrationen und häufigere Spritzungen angewendet werden. Diese Tatsache führte nach TON (1995) im Benin dazu, dass 90 % aller importierten Pflanzenschutzmittel in der Baumwollproduktion verwendet wurden. Kalenderspritzungen wurden dort 40-45 Tage nach dem Auflaufen in zweiwöchentlichem Rhythmus vom Landwirtschaftsministerium empfohlen. Ein weiteres Beispiel ist Indien, wo nur fünf Prozent der landwirtschaftlichen Nutzfläche mit Baumwolle bestellt werden, dagegen aber 56 % des nationalen Verbrauchs an Pestiziden auf diesen Flächen zur Anwendung kommt (SCHUBERT, 1994). Weltweit gesehen entfallen nach SABERSKY (1994) zehn Prozent des weltweiten Pestizidumsatzes auf die Baumwollproduktion, demgegenüber wird Baumwolle nur auf 2,4 % der weltweiten Ackerfläche angebaut. Ein solch hoher Einsatz von Pestiziden verursacht sowohl ökonomische als auch ökologische Probleme. PÜLSCHEN et al. (1994) berichten unter anderem über den Missbrauch von im Baumwollanbau zugelassenen Pestiziden unter anderem in der Produktion von Nahrungsmittelpflanzen in Ägypten. Dies führte dazu, dass sich in Ägypten zunehmend Pflanzenschutzmittelrückstände auch in Lebensmitteln fanden (SCHUBERT, 1994). Weitere Beispiele für den hohen Pflanzenschutzmittelverbrauch in der Baumwolle finden sich in vielen Ländern. Nach ABBATE et al. (1994) wurden in Paraguay 1991 mehr als 55 % aller importierten Pestizide für die Baumwollproduktion verwendet. Sie stellt eine der wichtigsten Kulturen für den Export Paraguays darstellt, und macht zusammen mit den aus ihr gefertigten Produkten 32 % aller Exporte aus. Auch im Senegal hat die Baumwolle eine zunehmende Bedeutung für die landwirtschaftliche Produktion. Zwischen 1989 und 1990 wurden auf 36 % der landwirtschaftlichen Nutzfläche Baumwolle mit unterschiedlichem Erfolg angebaut. Insekten verursachen im Senegal 30 - 80 % Ertragsverluste, abhängig von Region und Schädlingsdruck (THIAM, 1994). In zunehmenden Maße versucht man deshalb, die Verluste mit immer intensiveren Pflanzenschutzmaßnahmen zu reduzieren. Ägypten ist neben Israel und Syrien der produktivste Standort für Baumwolle, mit durchschnittlich 1 100 kg/ha, wohingegen im Weltdurchschnitt nur knapp 600 kg/ha erreicht werden (ATSAP, 1995). Demgegenüber gehören nach Untersuchungen vom ICAC (1994) Australien, Guatemala und Israel zu den Ländern mit den höchsten

Baumwollerträgen. Sie erwirtschaften diese Erträge aber nur durch sehr hohe Produktionskosten, die gesenkt werden müssen. Die organische Baumwolle kann bezüglich der Kosten speziell für Entwicklungsländer eine Chance darstellen, wobei Baumwollflächen nicht vernachlässigt werden sollten. Als Beispiele werden vom ICAC (1994) Ägypten, Indien, Türkei und die USA genannt. Weltweit werden nach SABERSKY (1994) von der gesamten Baumwollanbaufläche (ca. 30 Mio. ha) lediglich 0,01 % nach biologischen Richtlinien angebaut. Von THE PESTICIDE TRUST (1994) werden drei Gründe genannt, warum organische Baumwolle speziell für Kleinbauern interessant ist: Zum Ersten werden meist höhere Preise für organische Baumwolle bezahlt. Zweitens können sich Kleinbauern, die organische Baumwolle produzieren, zusammenschließen und so Einfluss auf nationale Handelsorganisationen haben. Drittens profitieren sie von dem geringeren Risiko der Vergiftung und Umweltverschmutzung durch Pflanzenschutzmittel. Alternative Systeme können demnach sowohl ökonomisch als auch ökologisch sinnvoll sein. Andere Autoren, wie beispielsweise SCHARF (1995) verglichen unterschiedliche Anbauintensitäten im weltweiten Baumwollanbau und kommen zu dem Schluss, dass die organische Anbauweise, die nachhaltigste darstellt. VAISSAYRE et al. (1995) stellen dem gegenüber, dass trotz der Verwendung von alternativen Bekämpfungsmaßnahmen, jedoch ohne Insektizide keine zufriedenstellende Baumwollernte erwartet werden kann. FUGMANN et al. (1991) setzen sich sehr kritisch mit Alternativen zum chemischen Pflanzenschutz auseinander, wobei sie durchaus den Nutzen vieler natürlicher Verbindungen hervorheben. Genannt werden in diesem Zusammenhang vor allem Neem, *Bacillus thuringiensis* und Pheromone. Auch andere Untersuchungen zeigen, dass die Baumwollproduktion ohne den Einsatz von Insektiziden mit Schwierigkeiten behaftet ist. So ist nach FÖRSTER (1996), der verschiedene biologische Bekämpfungsmaßnahmen gegen Schädlinge im Baumwollanbau Indiens zusammengefasst hat, mit Ertragsverlusten bis zu 30 % bei der organischen Baumwolle zu rechnen. Ertragseinbußen sind aber nicht nur in der organischen Baumwolle durch eine Reihe von Faktoren bedingt. Genannt werden Sorten, Bodenfruchtbarkeit, Schädlingsdruck, sowie das vorhandene "know how" für die organische Baumwollproduktion (ICAC, 1994). Des weiteren wird die Entscheidung für oder gegen organischen Anbau in erster Linie durch den Preisunterschied der Produkte der verschiedenen Baumwollanbauweisen vom Landwirt selbst getroffen.

Bei der Produktion organischer Baumwolle in den USA sind beispielsweise Ertragssteigerungen von 900 kg auf 1 200 kg beschrieben worden, die außerdem einen Preisbonus

von 40 % gegenüber konventioneller Baumwolle erzielt haben (PLEYDELL-BOUVERIE, 1994). Aus Indien berichtet CALDAS (1995) von Ertragssteigerungen im organischen Baumwollanbau aufgrund weiter Fruchtfolgen, intensivem Monitoring von Schädlingen, Massenfängen mit Fallen und Pheromonen sowie durch das Aussetzen natürlicher Gegenspieler. Hinzu kommt, dass die organische Baumwolle in Indien einen Preisbonus von 20 % gegenüber dem konventionellem Produkt erzielt (CALDAS, 1995). Eine vergleichbare Entwicklung beschreibt GLEICH (1995), nach der es im organischen Baumwollanbau Ägyptens keine nennenswerten Ertragseinbußen gibt, sondern eher Ertragssteigerungen. Dies bestätigen auch die hier vorgelegten Ertragsdaten.

Eines der Hauptziele bei der Produktion von Baumwolle sollte die Reduzierung der Kosten sein, denn in manchen Ländern führen zu hohe Kosten vor allem für den Pflanzenschutz zur Unwirtschaftlichkeit. Verschiede Untersuchungen in baumwollproduzierenden Ländern zeigten, dass durch die Einführung von IPM Maßnahmen eine Kostenreduzierung erreicht werden konnte. Im Falle Paraguays sind dabei nach ABBATE et al. (1994) 28 % weniger Pestizidapplikationen sowie 45 % weniger Pestizide zum Einsatz gekommen, die eine Ersparnis von 38 % an den Kosten für Pestizide erzielten. Usbekistan hat seine verwendeten Pestizide in der Baumwollproduktion nach MATTHEWS (1993) von 1975 bis 1992 um 2/3 reduziert und damit die Kosten für den Pflanzenschutz signifikant senken können. Ein Umdenken hat auch bei der Baumwollproduktion Russlands eingesetzt. So wurde im letzten Jahrzehnt nach RIMMINGTON (1994) zunehmend alternativer Pflanzenschutz mit dem Ziel gefördert, ökonomische und ökologische Veränderungen herbeizuführen. FRIEDRICH (1995) berichtet von einem Maßnahmenpaket im Pflanzenschutz, das im nicaraguanischen Baumwollanbau zur Abnahme der Produktionskosten und zur Steigerung der Erträge geführt hat. Unter anderem wurde die Zahl der Pflanzenschutzmittelanwendungen in diesem Zusammenhang von durchschnittlich 26 Spritzungen pro Saison auf 14 Spritzungen in nur 2,5 Jahren gesenkt. Schon zehn Jahre früher wurde von DAXL (1985) über die erfolgreiche Produktion von Baumwolle in Nicaragua mit integriertem Pflanzenschutzkonzepten berichtet. Auch in Sri Lanka konnten WIJERATNE & ABYDEERA (1993) nachweisen, dass Kosten für den Pflanzenschutz mit der Einführung des IPM-Systems signifikant gesenkt werden können, ohne das mit Ertragseinbußen gerechnet werden muss. Die Akzeptanz bei den Bauern kann jedoch ihrer Meinung nach nur durch massive Beratung erreicht werden. Unzureichende oder gar fehlende Beratung kann dazu führen, dass alternative Anbaukonzepte schnell wieder verworfen werden. Nach THIAM (1994) mangelt es beispielsweise nach wie vor an

Alternativen zum chemischen Pflanzenschutz im Senegal, wo Baumwolle der Hauptmarkt für Pestizide ist. Empfohlen werden hier in erster Linie verschiedene Kulturmaßnahmen, um die Schädlingspopulationen auf ein erträgliches Maß zu reduzieren, die jedoch ohne Beratung nicht umgesetzt werden können. Im Sudan werden nach EL-ABJAR (1994) ebenfalls Kulturmaßnahmen zur Bekämpfung von Schlüsselschädlingen in der Baumwolle empfohlen. Dabei sind der Pflanzzeitpunkt, tiefes Pflügen, eine strickte Feldhygiene (verbrennen aller Pflanzenreste) sowie eine möglichst breite Fruchtfolge von entscheidender Bedeutung. Diese Empfehlungen sind jedoch nicht immer einfach umzusetzen, denn oft wird beispielsweise, nicht nur in Ägypten, *Trifolium alexandrinum* als Vorfrucht von Baumwolle angebaut, der aus ökonomischen Gründen (nur lohnend wenn er dreimal geschnitten werden kann) so lange wie möglich kultiviert wird. Manche Bauern bewahren Baumwollpflanzenreste teilweise bis zur nächsten Saison auf, weil sie ein gutes Brennmaterial liefern. Die wichtigste Bekämpfungsmaßnahme gegen *Pectinophora gossypiella* ist nach MUNRO (1987) jedoch die Hygiene nach der Baumwollsaison. Das baldige Verbrennen aller Pflanzenrückstände ist dabei genauso wichtig wie die Hitzebehandlung der Baumwollsaamen vor der Aussaat. Bei der Hitzebehandlung werden Larven von *P. gossypiella* abgetötet, die in den Samen überwintern könnten. Oft ist die Baumwolle Teil einer Fruchtfolge in der sie alle zwei Jahre, meist aus ökonomischen Gründen, angebaut wird. Nach MUNRO (1987) sollten jedoch weitere Fruchtfolgen empfohlen werden, denn *Earias insulana* stellt nur dort ein echtes Problem dar, wo keine weite Fruchtfolge eingehalten wird, in der Baumwolle nur alle vier oder mehr Jahre angebaut wird. Der biologisch-dynamische Baumwollanbau, wie er von MERCKENS et al. (1993) in Ägypten beschrieben wird, empfiehlt Anbaupausen von bis zu vier Jahren.

Baumwolle zählt weltweit zu den Kulturen, die am häufigsten von Schädlingen befallen wird. Dennoch gelingt es, einige dieser Schädlinge mit einfachen Methoden unter der wirtschaftlichen Schadschwelle zu halten. In Ägypten wird beispielsweise *Spodoptera littoralis* fast ausschließlich durch manuelles Einsammeln und Vernichten der Eigelege kontrolliert (MUNRO, 1987). Trotz dieser oft sehr erfolgreichen manuellen Bekämpfung von *Spodoptera littoralis* kommt es in manchen Jahren zu empfindlichen Ertragsverlusten (ALI et al., 1992). Dieses Beispiel zeigt sehr deutlich, dass den meisten Pflanzenschutzmaßnahmen gewisse Grenzen gesetzt sind. Dennoch sollten mögliche Alternativen zum chemischen Pflanzenschutz gerade in den Ländern Beachtung finden, in denen Landwirtschaft noch sehr extensiv betrieben wird und die ökonomischen Verhältnisse die

Verwendung vergleichsweise teurer chemischer Mittel nicht ohne Bedenken zulässt. Hinzu kommen nicht abschätzbare ökologische Folgen überhöhter Konzentrationen und falscher Anwendung, die es zu vermeiden gilt.

In zunehmenden Maße befassen sich verschiedene Disziplinen mit der wissenschaftlichen Ergründung von ökologisch tragbaren und nachhaltigen Konzepten für den Pflanzenschutz. Auch für die Baumwollproduktion existieren zahlreiche Alternativen, die mit Erfolg eingesetzt werden können. QUARLES (1993) beschreibt beispielsweise eine Ertragssteigerung von 27 % bei der Baumwolle in den USA nach Samenbehandlung mit *Trichoderma*. Die Erträge waren vergleichbar mit denen, die mehrmals mit Fungiziden behandelt wurden. HORN (1994) berichtet über den Einsatz von insektenpathogenen Nematoden (*Steinernema* sp.) zur Bekämpfung bodenbürtiger Schädlinge, wobei vor allem Drahtwürmer und Noctuidenlarven gut kontrolliert werden können. Beide Schädlingsgruppen sind auch für die Baumwolle in vielen Anbauregionen von großer Bedeutung. Zur biologischen Kontrolle von vielen Gemüseschädlingen eignen sich nach ROPEK & JAWORSKA (1994) unter anderem zwei Laufkäferarten, besonders *Bembidion* spp., die auch in dieser Untersuchung in Baumwollfeldern nachgewiesen werden konnten. KOLLAT-PALENGA & BASEDOW (2000) beschreiben die Bedeutung verschiedener räuberischer Staphyliniden und ihr Fraßverhalten gegenüber Aphiden. Auch im Baumwollanbau Ägyptens fanden sich fast immer Staphyliniden, besonders aber in der biologischen Variante. STEIN & KLINGAUF (1990) berichten über die Wirkung verschiedener Pflanzenextrakte zur Bekämpfung von saugenden Schädlingen und Lepidopteren, wobei eine einfache Herstellung und ihre nachgewiesene Wirkung entscheidend für die Verwendung sind. Zur Bekämpfung von saugenden Schädlingen können nach GROSSMANN (1990) im Baumwollanbau Pflanzenöle eingesetzt werden, die sich einfach mit Seife in Wasser lösen können. Der Vorteil dieser Öle liegt vor allem in der geringen Toxizität für Säuger, Fische und Reptilien. SCHMUTTERER (1992) beschreibt, dass viele der höheren Pflanzen Inhaltstoffe besitzen, die als Pflanzenschutzmittel genutzt werden könnten. Er weist aber gleichzeitig auf die Gefahr einer hohen Toxizität unter anderem für den Menschen hin, die den Einsatz solcher Mittel für den Pflanzenschutz limitieren. ZIMMERMANN (1993) beschreibt die Bekämpfungsmöglichkeiten von Lepidopterenlarven und saugenden Schädlingen (Blattläusen, weiße Fliege und Blasenfüße) nicht nur für den Baumwollanbau mit dem insektenpathogenen Pilz *Metarhizium anisopliae*. Die Wirkung dieses Pilzes wird von REINECKE et al. (1990) auch gegen *Agrotis ypsilon* nachgewiesen, einem Schädling der im frühen Stadium der Baumwolle erhebliche Schäden anrichten

kann ("cut worm"). In mehrjährigen Untersuchungen konnte eine Ertragssteigerungen der Baumwolle durch die Kontrolle von *Agrotis ypsilon* mit *B. thuringiensis* von SALAMA et al. (1990) und SALAMA et al. (1995) in Ägypten nachgewiesen werden. Nach RAY (1991) ist der Einsatz von *B. thuringiensis* zur Kontrolle von Lepidopteren im Baumwolle gut möglich. Die geringe Säugertoxizität und die selektive Wirkung gegen fressende Raupen und die damit verbundene Schonung von Prädatoren, stellt nach Meinung des Autoren eine gute Alternative zu chemischen Behandlungen dar. Oft ist jedoch die Persistenz der *B. t.* - Produkte in den baumwollproduzierenden Ländern nur unzureichend. Nach FRANCOIS (1995) kann die Persistenz von *B. thuringiensis*-Präparaten jedoch durch ein Einkapseln des Toxins verlängert werden und so die Wirkung im Baumwollanbau verbessern. Aufgrund der guten Wirkung des *B. t.* gegen Lepidopterenlarven wurde in den USA erstmals mit gentechnischen Mitteln eine Baumwollpflanze so modifiziert, dass sie das *B. t.* Toxin in sich trägt. BACHELER (1997) empfiehlt die Aussaat dieser sog. *B.t.*-Baumwolle zur Kontrolle von Kapselwürmern. Eine andere mögliche Alternative zur Bekämpfung von Schlüsselschädlingen ist das Aussetzen von Nützlingen, wie AMEND & BASEDOW (1997) dies gegen *Plutella xylostella* im philippinischen Kohlanbau beschrieben haben. Allerdings ist bei Baumwolle ein solches Vorgehen nicht in Sicht. ENTWISTLE (1986) beschreibt die Vorteile der Verwendung von insektenpathogenen Viren zur Schädlingskontrolle unter anderem auch im Baumwollanbau. Dabei wird die sehr selektive Wirkung der Viren in den Vordergrund gehoben, die vor allem die Nützlinge schont. Auch hier ist aber die Kostenfrage noch ungeklärt.

4 Pheromoneinsatz

Der Einsatz von Sexuallockstoffen (Pheromonen) einiger Arthropoden ist im Pflanzenschutz schon seit Mitte des letzten Jahrhunderts bekannt (GÖTZ, 1951; KNIPLING, 1969; JACOBSON, 1972). Die ersten Versuche, den ägyptischen Baumwollkapselwurm (*Pectinophora gossypiella* Saund.) (Lepidoptera, Gelechiidae) mit Hilfe von Pheromonen in seinem Massenaufreten zu verhindern, fanden Anfang der 1970er Jahre statt (HUMMEL et al., 1973). Seit 1991 wurde in Ägypten flächendeckend die Verwirrungsmethode mit unterschiedlichem Erfolg angewandt (TREEN & BURGSTALLER, 1996). Nach einer vergleichsweise schlechten Baumwollsaison 1998, bedingt durch unterschiedliche Faktoren wie z. B. der Herabsetzung der Pheromon-Konzentration auf ein Drittel der empfohlenen Dosis, entschied sich das "Ministry of Agriculture and Land Reclamation" (MoARL) Pheromone nicht weiter im Baumwollanbau zuzulassen. In Kooperation mit der GTZ und der SEKEM-Farm gelang es jedoch, eine Ausnahmegenehmigung für die Verwendung von Pheromonen zu Versuchszwecken, auf biologisch-dynamisch bewirtschafteten Flächen im Fayoum zu erwirken. Damit ergab sich die außerordentliche Gelegenheit, die Wirkung der Pheromone auf das Vorkommen dieses bedeutenden Baumwollschädling und letztlich auch auf den Ertrag zu untersuchen. Hierfür wurden Vergleichsflächen im konventionellen Anbau ausgesucht, die mit Insektiziden behandelt wurden (vgl. Kapitel 4.1.1: Versuchsanordnung).

4.1 Methodik

Aufgrund der sehr spät erteilten Genehmigung (Anfang Juni) durch das Landwirtschaftsministerium fehlte die Zeit, diese Untersuchung im angemessenen Maße zu planen. Eingesetzt wurde das Pheromon TRIPHERONE-PECGOS[®] der Firma TRIFOLIO-M (Lahnau, Germany), in der empfohlenen Konzentration von 300 Dispensern pro Hektar. Bei diesen sogenannten Dispensern handelt es sich um getränkte Pappkarten mit einer Befestigungsvorrichtung. Jede Karte entläßt täglich 0,7 mg Pheromon der weiblichen *Pectinophora gossypiella* und sorgt somit dafür, daß eine Pheromonwolke entsteht, die es den männlichen Lepidopteren nahezu unmöglich macht, einzelne Weibchen zu finden (BOGUSLAWSKI & BASEDOW, 2001).

Im Folgenden wird kurz auf die Versuchsanordnung, die Applikation der Pheromone und die Evaluierungsmethoden eingegangen.

4.1.1 Versuchsanordnung

In der Baumwollsaison 1999 wurden im Dorf Sakaran (Governorat Fayoum) mehr als 30 ha organische Baumwolle angebaut. Die gesamte Fläche wurde, wie empfohlen Mitte Juni, also zum Beginn der Kapselausprägung, mit TRIPHERONE-PECGOS[®] ausgestattet. Die Untersuchung beschränkte sich auf zwei Felder mit 0,5 - 1 ha Größe. Zum Vergleich wurden gleich große Baumwollfelder im Nachbardorf Talaat ausgewählt, die konventionell bewirtschaftet wurden. Hierbei kamen auch zwei Insektizide zum Einsatz, wie es vom Landwirtschaftsministerium empfohlen wird. Bei den beiden Insektiziden handelt es sich zum einen um CURACRON 500[®] (a. i.: Profenofos) und zum anderen um SUMIALFA[®] (a. i.: Esfenvalerat) (vergleiche Kapitel 3.2.2.1). Weiterhin unterschieden sich die beiden Anbaumethoden in der Düngung und im Aussaatzeitpunkt. Die Baumwolle im biologisch-dynamischen Anbau wurden am 27. Februar und am 3. März gesät, wohingegen die konventionellen Felder erst Mitte März bestellt wurden (5 - 10 Tage später). Die Düngung im organischen Landbau beschränkte sich auf das Verwenden von mit Erde vermischtem Tierdung, der konventionelle Anbau verwendete dagegen 125 kg mineralischen Stickstoff pro Hektar in zwei gleichen Gaben (EL-MOWELHI, 1997). Sowohl die Vorfrucht, Alexandrinerklee (*Trifolium alexandrinum*), als auch die angebaute Baumwollsorte (Giza 83) waren in beiden Anbausystemen gleich.

4.1.2 Applikation der Pheromone

Entscheidend für eine gute Wirkung der Pheromonverwirrung (PV) ist die richtige Applikation der Dispenser zum optimalen Zeitpunkt, der mit Hilfe von Pheromonfallen (siehe Kapitel 4.1.3.2 und 4.1.3.3) und einem intensiven Monitoring der Baumwollpflanzen ermittelt wird. Durchgeführt werden diese Maßnahmen von Mitarbeitern der lokalen landwirtschaftlichen Kooperative (Gamaiya), die für diese Aufgaben speziell geschult sind.

Eine wirkungsvolle Kontrolle von *P. gossypiella* durch die Verwirrungsmethode ist nur dann gegeben, wenn sich das aus den Pappkarten diffundierende Pheromon, gleichmäßig über die behandelte Fläche verteilt. Dies wird erreicht, indem die Dispenser in regelmäßigen Abständen (5 x 5 m) im oberen Drittel der Pflanzen mit der dafür vorgesehenen Vorrichtung angebracht werden. Hierfür wurde ein Team mit zehn Arbeitern zusammengestellt, die im Abstand von fünf Metern parallel durch das Feld gingen und alle fünf Meter einen Dispenser befestigten (siehe Abb. 20). Im Idealfall werden dann 300 Dispenser pro Hektar verwendet.



Abb. 20: Applikation der TRIPHERONE-PEGOS® Dispenser im organischen Baumwollanbau in Sakaran (Governorat Fayoum) (Photo: VON BOGUSLAWSKI).

Aufgrund gleichbleibender Diffundierungsraten über einen Zeitraum von ca. 70 Tagen (Angaben des Herstellers), genügte eine Applikation des Pheromons, da die Baumwolle bereits ab Mitte August geerntet werden kann. Eine Verwirrungsmethode macht nur dann Sinn, wenn wegen möglicher Randeffekte eine Mindestgröße der behandelten Fläche (ca. 10 ha) gegeben ist. Auch darf die Populationsdichte der Zielschädlinge nicht zu hoch sein, weil dann optische Findung möglich ist, zumindest in perennen Kulturen (FELDHEGE, 1995).

4.1.3 Evaluierungsmethoden

Die Wirkung der Verwirrungsmethode ist von verschiedenen Faktoren abhängig, die bei einer Evaluierung berücksichtigt werden müssen. Klimaverhältnisse (Temperatur, relative Luftfeuchte, Wind und Niederschläge) sollten nach Möglichkeit aufgezeichnet und regelmäßige Feldbegehungen durchgeführt werden, um Veränderungen des Baumwollbestandes zu dokumentieren. Bei Verlust von Dispensern ein Ersatz für eine optimale Wirkung von großer Bedeutung.

Zur Evaluierung des eigentlichen Schädlings (*Pectinophora gossypiella*) kamen in dieser Untersuchung die folgenden Methoden zum Einsatz: Probenahmen von Baumwollkapseln,

Wasserfallen (ausgestattet mit Pheromonen) sowie Deltaklebefallen (ebenfalls mit Pheromonen ausgestattet). Diese Methoden werden von den landwirtschaftlichen Kooperativen auf allen Baumwollflächen Ägyptens durchgeführt. Die Daten für die Untersuchungsregion wurden anschließend ausgewertet und statistisch abgesichert (EXCEL und SPSS von MICROSOFT®).

4.1.3.1 Kapselproben

Von Ende Juni bis zum Ende der Baumwollvegetationsperiode wurden in wöchentlichen Intervallen Kapselproben aus dem Bestand entnommen. Mitarbeiter der landwirtschaftlichen Kooperativen sammelten dabei 100 Kapseln randomisiert von einer Sektion (20 – 25 fed) ein, wobei aus allen Bereichen der Baumwollpflanzen Proben entnommen werden sollten. Gleich anschließend wurden die Kapseln im Labor auf vorkommende *P. gossypiella* Larven untersucht. Die Larven bohren sich bereits wenige Stunden nach dem Schlüpfen an der Kapselbasis in die Kapsel hinein und sind teilweise nur mit Hilfe einer Lupe zu erkennen. Die gesamte Larvenentwicklung findet in der Kapsel statt, wobei erheblicher Schaden entsteht. Am Ende verlässt die Larve die Kapsel, um sich außerhalb zu verpuppen (HILL, 1983).

Anhand der entnommenen Kapseln lässt sich ein prozentualer Befall der Baumwollkapseln errechnen. Parallel zu den Probenahmen der Kooperative wurden für die Versuchsfelder weitere Proben genommen. Dabei wurden auf der Feldgröße von ca. einem Hektar jeweils 50 Kapseln randomisiert im wöchentlichen Turnus eingesammelt und auf vorkommende Larven untersucht. Durch die höhere Anzahl an Kapseln pro Flächeneinheit ergibt sich ein differenzierteres Bild des Befalls. Proben wurden sowohl in biologisch-dynamischer (zwei Felder mit PV), als auch in konventioneller Baumwolle (zwei Felder ohne PV) genommen. Des weiteren ergab sich die Möglichkeit, auf einem konventionellen Feld ohne Insektizidbehandlung an zwei aufeinander folgenden Terminen Kapseln zu entnehmen. Danach wurden auch auf diesem Feld Insektizidbehandlungen durchgeführt, die weitere Probenahmen sinnlos machten. Anhand der entnommenen Kapselproben ließ sich der Befall auf allen beprobten Flächen getrennt berechnen.

4.1.3.2 Wasserfallen

Nicht nur während der Baumwollsaison, sondern das ganze Jahr hindurch werden Wasserfallen von den landwirtschaftlichen Kooperativen betreut. Diese Fallen bestehen aus einer gelben Plastikschaale, die immer mit Seifenwasser gefüllt sein sollte. Direkt

oberhalb des Wassers werden an einem Draht die jeweiligen Pheromonkapseln befestigt. Alle drei Tage werden die Fallen von geschultem Personal geprüft und die im Wasser befindlichen Falter gezählt. Das ganze Jahr über werden die Fallen mit Pheromonen der Art *Spodoptera littoralis* BOISD. ausgestattet. Im Zeitraum von Anfang Mai bis Mitte Juni werden die Fallen zusätzlich mit Pheromonen von *P. gossypiella* bestückt. An den Intervallen zur Prüfung der Fallen ändert sich dabei jedoch nichts. Eine Wasserfalle korrespondiert mit einer Fläche von ca. einem Hektar, d. h. eine Sektion ist mit etwa zehn bis zwölf solcher Fallen ausgestattet. Alle 14 Tage sollten die Pheromonkapseln durch neue ersetzt werden, um ein Nachlassen der Diffundierungsraten zu vermeiden (Empfehlung des Herstellers). Die Falle ist an vier langen Hölzern befestigt, damit sie der Höhe der durchschnittlichen Baumwollpflanzen angepasst werden kann (siehe Abb. F im Anhang). Die ermittelten Fallenfänge werden notiert um sie später auswerten zu können. Ab Mitte Juni bis zum Ende der Baumwollsaison werden dann spezielle Deltaklebefallen für das Monitieren von *P. gossypiella* eingesetzt.

4.1.3.3 Deltaklebefallen

Der Name dieser Fallen ist von der Form eines Dreiecks hergeleitet, welches aus gelber Pappe so gefaltet ist, dass beide Seiten offen sind. Auf der unteren geraden Fläche wird ein mit Leim bestrichener Karton zum Wechseln eingeschoben, auf dem die Falter festkleben. Im spitzen Winkel darüber ist die Pheromonkapsel an einem Draht befestigt (vgl. Abb. G im Anhang). Der klebrige Karton wird in dreitägigem Intervall von Mitarbeitern der Kooperativen gewechselt und die darauf befindlichen Falter (*P. gossypiella*) gezählt. Die jeweilige Position der Falle wird der Höhe der Baumwolle angepasst, so dass sich die Falle stets über der durchschnittlichen Baumwollpflanze befindet. Jede Sektion (20 – 25 fed) ist mit jeweils einer Falle ausgestattet. Die Daten von elf Deltaklebefallen aus den Dörfern Sakaran (drei Fallen = 77 fed) und Talaat (acht Fallen = 151 fed) wurden in dieser Untersuchung berücksichtigt, was einer Baumwollanbaufläche von ca. 100 ha (228 fed.) entspricht.

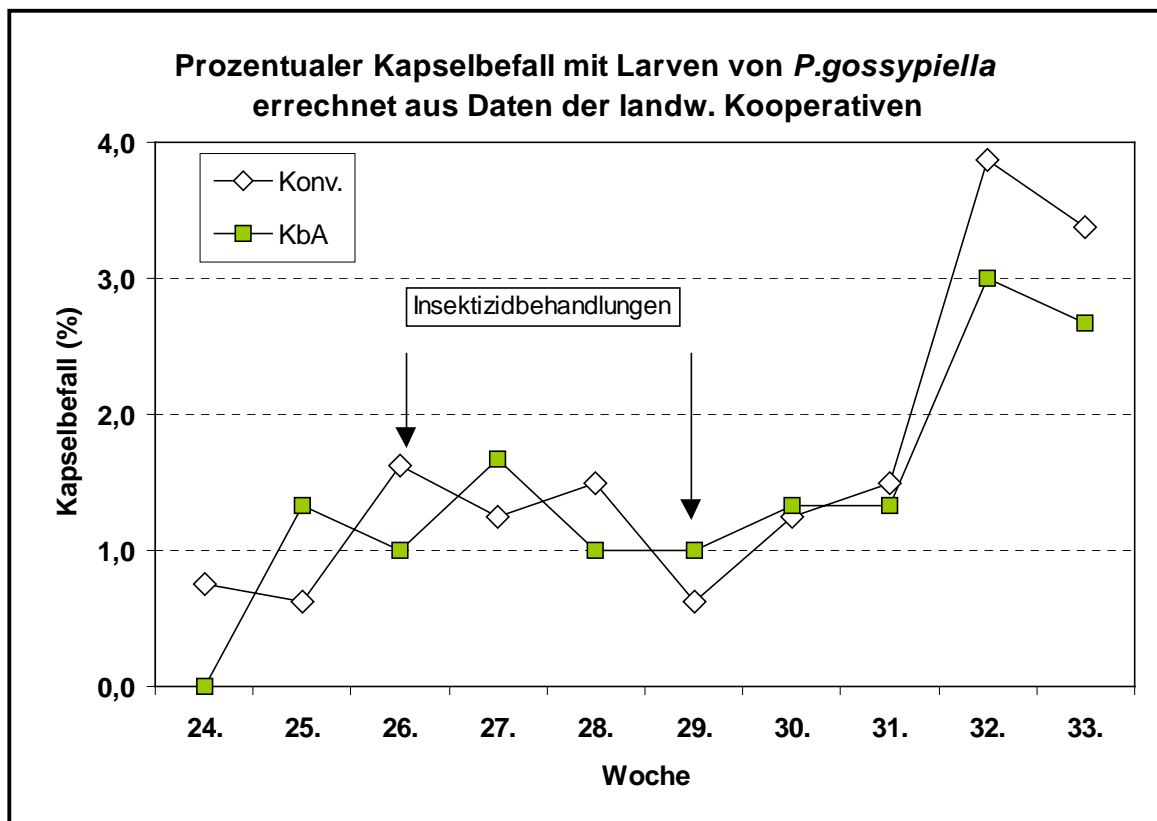
4.2 Ergebnisse des Pheromoneinsatzes

Zunächst muss an dieser Stelle erwähnt werden, dass ohne die Hilfe des CSPP, der GTZ und des Landwirtschaftsministeriums in Ägypten diese Untersuchung nicht möglich gewesen wäre. Weiterhin ist den zuständigen landwirtschaftlichen Genossenschaften zu danken, denn ohne ihre Kooperation wären die Ergebnisse nicht zustande gekommen. Nach dem landesweiten Verbot für die Verwendung von Pheromonen zur Verwirrung von

P. gossypiella, war es nur möglich, diese Untersuchung im Jahr 1999 durchzuführen. Alle folgenden Ergebnisse sind vor diesem Hintergrund zu betrachten aber dadurch nicht weniger deutlich. Zuerst werden die Ergebnisse der Kapselproben dargestellt, um anschließend die Ergebnisse der Fallenfänge aus Wasser- und Deltaklebefallen zu beschreiben.

4.2.1 Auswertung der Kapselproben

Die Lebens- und Fraßgewohnheiten, sowie die Biologie (Lebenszyklus teilweise nur 28 Tage) machen *P. gossypiella* ("pink bollworm") zu einem der wichtigsten Schädlinge im weltweiten Baumwollanbau der teilweise sehr hohe Verluste verursacht (KRANZ et al., 1979). Eine gesicherte Abschätzung des Befalls kann lediglich durch die Entnahme von Kapseln aus dem Baumwollbestand gemacht werden, denn befallene Kapseln zeigen erst nach Verlassen der Larven ein sichtbares Schadbild (INGRAM, 1994). In der vorliegenden Untersuchung wurden zunächst die Daten der landwirtschaftlichen Kooperativen für die Untersuchungsregion gesammelt und analysiert. Der Baumwollanbau wird dabei in sogenannte Sektionen aufgeteilt, die Flächen von durchschnittlich 20-25 fed umfassen. Wie schon im Kapitel 4.1.3.1 beschrieben, werden vom Personal der Kooperative 100 Kapseln pro Sektion in wöchentlichen Intervallen eingesammelt und untersucht. Die folgenden Ergebnisse stammen von insgesamt elf Sektionen, wovon acht im konventionellen (ohne PV) und drei im kontrolliert biologischen Anbaugebiet (mit PV) liegen. Bei einer Beprobungsrate von durchschnittlich ca. zehn Kapseln pro ha ist die Aussagefähigkeit der ermittelten Daten jedoch recht gering, wenn die Gesamtzahl der vorkommenden Kapseln auf der selben Fläche mit ca. 2 Mio Kapseln pro ha angenommen werden kann (100 000 Pfl./ha mit durchschnittlich 20 Kapseln pro Pflanze). Die Abb. 21 (Seite 78) veranschaulicht die pro 100 Kapseln durchschnittlich auftretenden *P. gossypiella* Larven, verteilt auf die Beprobungsperiode von Juni bis August (15.06. - 17.08.1999).

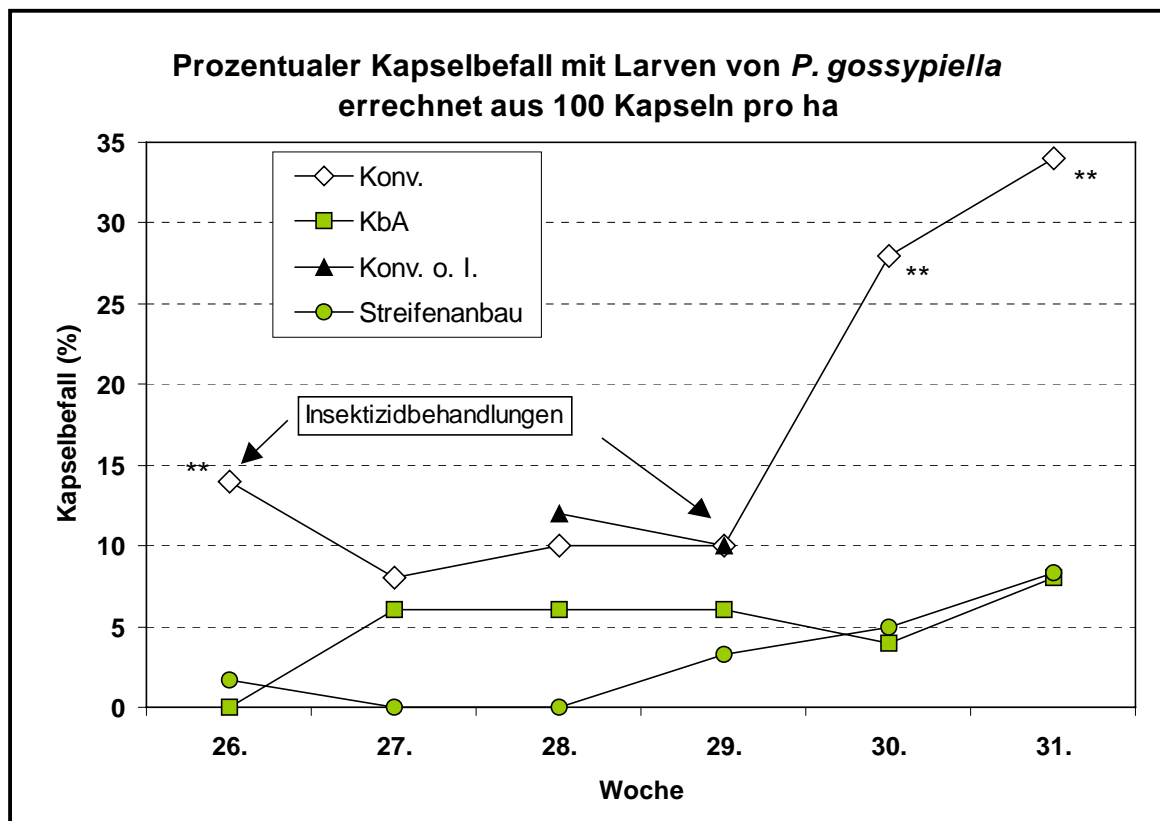


Mittelwerte aus acht konventionellen (Konv.) und drei biologischen (KbA) Sektionen, mit jeweils 100 Kapseln/Sektion (im Mittel zehn Kapseln pro ha). Untersuchungszeitraum von 15.06.-17.08.1999, Insektizidbehandlungen ausschließlich in konv. Baumwolle (→).

Abb. 21: Prozentualer Kapselbefall von *P. gossypiella* Larven in Baumwollflächen mit und ohne Verwendung von Pheromonverwirrung im Jahr 1999. Ergebnisse errechnet aus Daten der landwirtschaftlichen Kooperativen

Die dargestellten Befunde der Kooperative zeigen kaum Unterschiede zwischen dem Baumwollanbau mit Pheromonverwirrung und dem ohne. Auch die Insektizidbehandlungen im konventionellen Anbau haben nur wenig Auswirkung auf die Zahl der gefundenen Larven von *P. gossypiella* (Die verwendeten Insektizide wurden bereits ausführlich in den Kapiteln 3.2.2. und 3.2.4 beschrieben). Im allgemeinen ist der Kapselbefall sehr niedrig und steigt nur am Ende der Vegetationsperiode über 3 % an. Nach Empfehlungen des ägyptischen Landwirtschaftsministeriums liegt die ökonomische Schadschwelle vor dem 15.07. und bis zum 31.07. (24.-30. Woche) bei 5 %, ab dem 01.08. bei 8 % Kapselbefall (TREEN, 1997). Anhand der ausgewerteten Daten der landwirtschaftlichen Kooperativen ist demnach eine Behandlung aufgrund des Kapselbefalls nicht notwendig. Die Entscheidung, Insektizide einzusetzen wird jedoch nicht nur mit dem Kapselbefall getroffen, sondern richtet sich auch nach den Ergebnissen der Pheromonfallenauswertung, die in Kapitel 4.2.3 und 4.2.4 vorgestellt werden.

Zunächst werden hier die Ergebnisse der eigenen, umfangreicheren und von den landwirtschaftlichen Behörden unabhängigen Kapselprobenanalyse gezeigt, die abweichende Resultate lieferte. Dabei wurden statt zehn Kapseln, 100 Kapseln pro Hektar gesammelt und auf vorkommende Larven von *P. gossypiella* untersucht. Um den Vergleich zu vervollständigen, wurden außerdem Kapseln von zwei weiteren Feldern entnommen. Zum einen vom Streifenversuch (vgl. Kap. 2; Streifenanbau von Baumwolle) und zum anderen von einem Feld, das zwar konventionell bewirtschaftet wurde, auf dem aber zunächst keine Insektizidbehandlungen stattfanden (Behandlungsbeginn in der 30. Woche). Die Versuchsflächen des Streifenanbaus lagen innerhalb des mit Pheromonen zur Verwirrung von *P. gossypiella* behandelten Gebietes. In der folgenden Abbildung 22 werden die Ergebnisse des jeweiligen Kapselbefalls in Prozent veranschaulicht.



Mittelwerte aus zwei Wiederholungen (drei Wdh. im Streifenanbau) mit jeweils 100 Kapseln/ha. Untersuchungszeitraum vom 29.06.-03.08.'99. ** Signifikant verschieden mit $P < 0,01$ (U-Test). Insektizide nur in Konv.; Konv. o. I. = Konventionell ohne Insektizide.

Abb. 22: Vergleich des prozentualen Kapselbefalls mit Larven von *P. gossypiella* in vier verschiedenen Anbausystemen der Baumwolle. Ergebnisse sind Mittelwerte mit jeweils 100 Kapseln pro ha

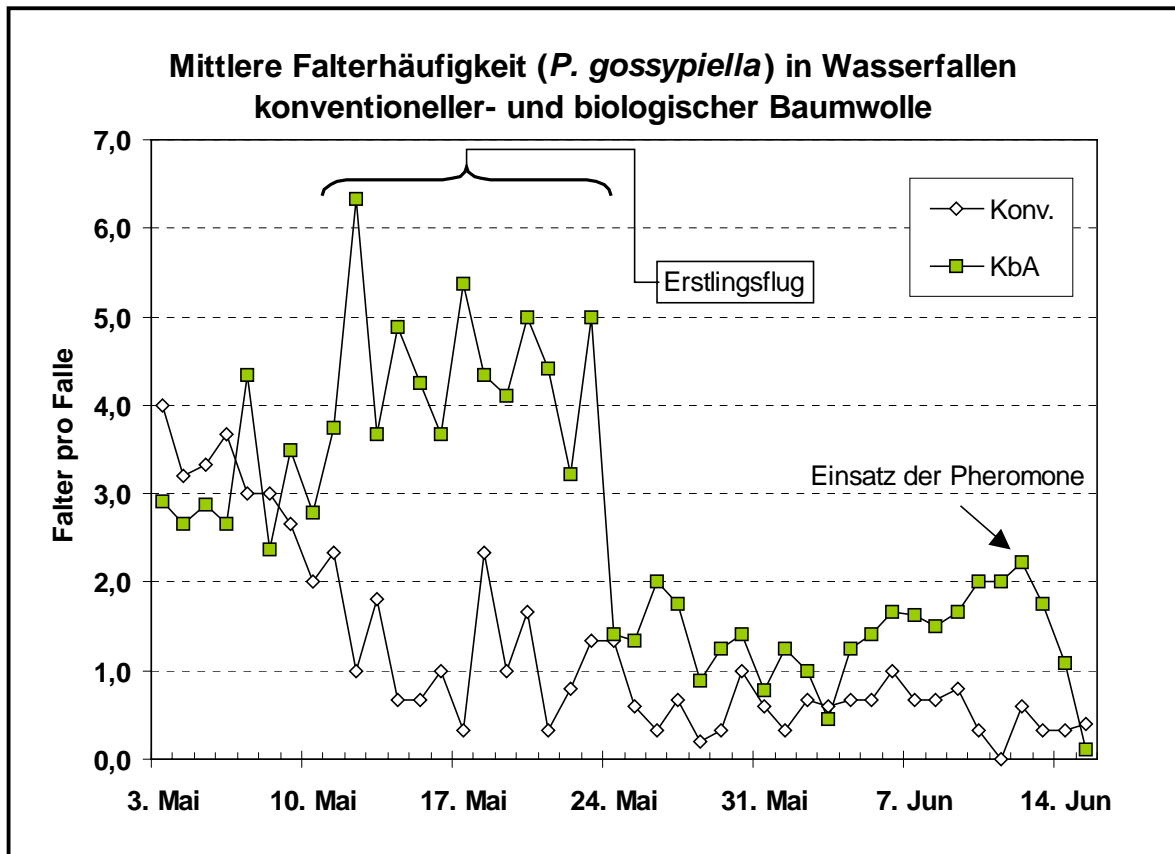
Bei den dargestellten Ergebnissen wird zuerst deutlich, dass der prozentuale Kapselbefall höher ist als aus den Daten der landwirtschaftlichen Kooperative hervorgeht. Danach

liegen vor allem die Werte der konventionellen Baumwolle trotz Insektizidbehandlungen immer über der ökonomischen Schadschwelle. Wie wenig Einfluss die Spritzungen auf das Vorkommen der *P. gossypiella* Larven hatte, zeigt die "Kontrolle" im konventionellen Feld ohne Insektizidbehandlungen. Die Felder mit Pheromonverwirrung weisen vor und nach den Insektizidbehandlungen (26., 30. und 31. Woche) einen signifikant niedrigeren Kapselbefall auf. Mitte Juli konnten zwischen den Anbausystemen keine signifikanten Unterschiede gefunden werden. Ab Anfang August steigen jedoch auch hier die Zahlen befallener Kapseln an.

4.2.2 Ergebnisse der Wasserfallen

Alle Daten bezüglich der Wasserfallen, wurden von Mitarbeitern der landwirtschaftlichen Kooperativen aus den Dörfer Sakaran und Talaat (Governorat Fayoum) ermittelt. Wie schon zuvor erwähnt, kann dieser Schädling bei optimalen Vorraussetzungen 6-8 Generationen pro Jahr hervorbringen. Wasserfallen dienen unter anderem schon ab Anfang Mai dazu, den frühen Flug von *P. gossypiella* zu beobachten. Bei diesem sogenannten Erstlingsflug kann ein häufiges Auftreten durchaus Schäden an Baumwollblüten und jungen Kapseln verursachen. Befallene Kapseln werden dann von der Baumwollpflanze abgeworfen, was sich in der Regel aber kaum auf den Ertrag auswirkt (MOAWAD et al., 1994; EL-REFAI & EMAM, 1994). Durch die Häufigkeit gefangener Falter der Erstlingspopulation kann unter Umständen auch auf spätere Populationsgrößen rückgeschlossen werden. Eine Behandlung dieser früh auftretenden Falter ist aber in den meisten Fällen nicht notwendig, da sich die Population selbst regelt, weswegen sie im englischsprachigen Raum auch als "suicidal flight" bezeichnet wird (BARRANIA & AL-BELTAGY, 1996).

Für die Darstellung der Ergebnisse der Wasserfallen wurden die Daten aus insgesamt 40 Fallen ausgewertet, von denen sich 28 im biologischen Baumwollanbau mit Pheromonverwirrung befanden. Die Ergebnisse der zwölf weiteren Fallen stammen aus der konventionellen Anbaufläche ohne Pheromonverwirrung. In dreitägigen Intervallen waren insgesamt drei Mitarbeiter der Kooperativen für jeweils 14 bzw. zwölf Fallen verantwortlich (Zählen der Falter und Wartung der Fallen). In der folgenden Abb. 23 (Seite 81) werden die Ergebnisse der Wasserfallen im täglichen Rhythmus veranschaulicht (täglich eine Gruppe von Fallen von jeweils einem Mitarbeiter der Kooperativen).



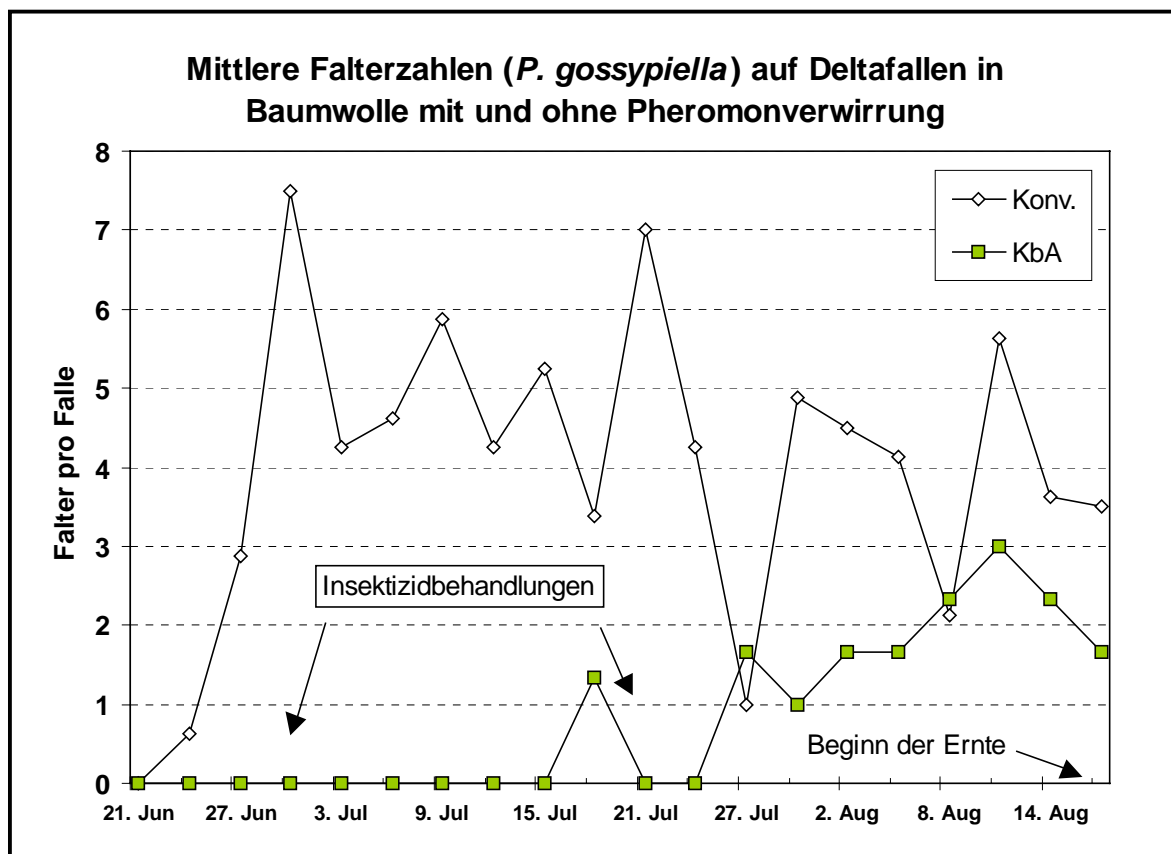
Mittlere Anzahl adulter *P. gossypiella* Männchen pro Falle. Mittelwerte aus 28 Fallen in biologischer- und 12 in konventioneller Baumwolle. Pfeil markiert Anfang des Pheromoneinsatzes zur Verwirrung. Erstlingsflug mit Klammer angedeutet

Abb. 23: Vergleich der Wasserfallenergebnisse anhand der Falterzahlen pro Falle im biologischen und konventionellen Baumwollanbau im Untersuchungszeitraum von Anfang Mai bis Mitte Juni 1999

In erster Linie unterscheiden sich die Fallenfänge dadurch, dass im biologischen Anbau zwischen dem 12. und 24.05. ein deutlicher Erstlingsflug stattfand (bis zu durchschnittlich 6,3 Falter pro Falle). Nach dieser Periode sanken die Falterzahlen jedoch wieder auf unter zwei ab und näherten sich damit den gefangenen Zahlen im konventionellem Anbau. Im Zeitraum vom 25.05 bis zum Einsatz der Pheromone konnten dennoch im durchschnitt über doppelt so viele Falter in den Fallen des biologischen Anbaus nachgewiesen werden. Mit dem Einsatz der Pheromonverwirrung fielen die Falterzahlen drastisch, sodass am 15.06. im Mittel lediglich in jeder zehnten Falle ein Falter nachgewiesen werden konnte. Ab dem 16. Juni wurden dann Deltafallen zum weiteren Monitoring der *P. gossypiella* Männchen eingesetzt (vgl. Kap. 4.2.3). Interessant und erwähnenswert ist auch, dass am Anfang dieser Untersuchung (03.05.) sowohl im biologischen, als auch im konventionellem Anbau bereits durchschnittlich 3,5 Falter pro Falle gefangen werden konnten.

4.2.3 Ergebnisse der Deltafallen

Die ermittelten Daten für die Erstellung dieser Ergebnisse stammen aus einer engen Zusammenarbeit mit den lokalen landwirtschaftlichen Genossenschaften, da diese das Material für die Fallen und Personal zur Zählung und Wartung der Fallen zur Verfügung stellten. Wie schon eingangs im Kapitel 4.1.3.3 beschrieben, wurden die Daten von insgesamt elf Fallen für die vorliegende Untersuchung verwendet. Dabei handelt es sich um die selben Flächen wie bei den Kapselproben, die in die schon erwähnten Sektionen ("Units") aufgeteilt sind. Wiederum befanden sich acht Fallen in konventionellen Baumwollfeldern (insgesamt 151 fed) und drei im kontrolliert biologischen Anbau (77 fed), in dem die Pheromone zur Verwirrung von *P. gossypiella* eingesetzt wurden. Die Ergebnisse, dargestellt in Abbildung 24, veranschaulichen die Wirkung der Pheromone sehr deutlich. Bis einschließlich 15.07. konnte kein *P. gossypiella* Falter in den Fallen der KbA-Baumwolle nachgewiesen werden, erst ab Ende Juli (27.07.) bis zum Start der Baumwollernte (16.08.) stiegen die Falterzahlen



Durchschnittliche Anzahl adulter *P. gossypiella* Männchen in Deltaklebefallen im Zeitraum 21.06-17.08.1999 (Beginn der Ernte 16.08.). Pfeile markieren die Insektizidbehandlungen in der 26. und 30. Woche.

Abb. 24: Vergleich der Durchschnittlichen Falterzahlen von *P. gossypiella* Männchen pro Deltafallen in konventioneller (acht Fallen) und biologischer (drei Fallen) Baumwolle im Zeitraum Mitte Juni bis zur Ernte

auf durchschnittlich 1,9 Falter pro Falle an. Damit wirkten die ausgebrachten Pheromone in den ersten 50 Tagen sehr gut und ließen danach nur langsam in ihrer Wirkung nach. Falterzahlen von Mitte bis Ende August (nicht in der Abb. 24, Seite 82 dargestellt) sind vereinzelt sehr hoch, sie hatten aber keinen Einfluss mehr auf den Ertrag, da ausschließlich junge, unreife Kapseln an den endständigen Baumwollzweigen befallen wurden.

Im konventionellen Anbau ohne Pheromonverwirrung stiegen die Falterzahlen bis Anfang Juli dagegen auf durchschnittlich 7,5 Falter pro Falle an. In der 26. Woche wurde dann mit CURACRONE[®] behandelt, welches die Falterzahlen zunächst, für den Zeitraum vom 03.07.-18.07.1999 auf durchschnittlich 4,6 Falter pro Falle reduzierte, dagegen konnten gleichzeitig in der Variante mit Pheromonverwirrung keine Falter nachgewiesen werden. Eine weitere Behandlung in der 30. Woche wurde nötig, da am 21.07. im Mittel wieder sieben Falter pro Falle gezählt werden konnten. Die Behandlung mit SUMIALFA[®] erreichte ein Absinken der durchschnittlichen Falterzahlen in der konventionellen Baumwolle, auf 3,7 *P. gossypiella* Männchen pro Falle bis zum Beginn der Ernte (am 26.08.). Auch in diesem Zeitraum lagen die Fallenfänge deutlich über denen der biologischen Baumwollflächen. Die hier dargestellten Ergebnisse der Deltafallen korrespondieren mit den zuvor beschriebenen Resultaten der Kapselproben, wobei die Daten der landwirtschaftlichen Kooperativen nur bedingt verwertbar waren (vgl. Kap. 4.2.1).

Zusammenfassend ist festzustellen, dass beide Insektizidbehandlungen im konventionellen Anbau ohne Pheromone eine nur geringe Wirkung bei der Bekämpfung von *P. gossypiella* zeigten. Über den gesamten Zeitraum von Mitte Juni bis zur Ernte, war die Verwirrungsmethode mit Pheromonen gegenüber der konventionellen Anbaupraxis (Insektizidspritzungen ohne Pheromoneinsatz) deutlich überlegen. Selbst das Auslassen der frühen Behandlung mit CURACRONE[®] zeigte dabei zu den behandelten Feldern keine Unterschiede (vgl. Kap. 4.2.1). Die verwendete Pheromonverwirrung trug entscheidend zu den Ertragsunterschieden in der Baumwollsaison 1999 bei, wodurch die zusätzlichen Kosten für die Pheromone leicht durch die Mehrerträge kompensiert werden können (vgl. Kap. 3.2.6, Ertragsergebnisse des Öko-Monitorings), wie die unterschiedlichen Deckungsbeiträge verdeutlichen.

4.3 Diskussion

Bereits zu Beginn dieses Kapitels wurde auf die Anfänge der Pheromonnutzung hingewiesen. Danach beschreibt GÖTZ (1951) die Verwendungsmöglichkeiten von Pheromonen zum Anlocken von Lepidopteren-Männchen, um Populationsschwankungen und deren Ursachen zu verdeutlichen. Erst einige Jahre später konnte nach KNIPPLING (1969) mit verschiedenen Versuchen die Möglichkeit einer gezielten Bekämpfung von Lepidopteren mit Pheromonen nachweisen werden. Dabei wurden beispielsweise mit Fallen die Männchen aus einer Population weggefangen und ein Ansteigen der Populationen sowie daraus resultierende Ertragsverluste vermindert. Bis heute wird das Wegfangen von Teilen einer Population mittels Pheromonfallen z. B. in der Forstwirtschaft oder im Obstbau mit Erfolg angewendet. Bei vielen annuellen Kulturen im Freiland erwies sich diese Art der Bekämpfung jedoch als unzureichend und zu aufwendig. So stellt JACOBSEN (1972) beispielsweise die Möglichkeiten dar, Pheromone zur Verwirrung in hohen Konzentrationen auszubringen, womit die Kommunikation zwischen Männchen und Weibchen unterbrochen oder zumindest gestört werden kann. Er berichtet weiter, dass Populationsdichten und demzufolge auch Schäden an Kulturpflanzen damit verringert werden können. Nach KRIEG & FRANZ (1989) unterscheidet man zwischen zwei Anwendungsmethoden von Pheromonen. Zum Einen die Fallen-Methode (mass trapping) in der Männchen weggefangen werden. Zum anderen die Verwirrungs- oder Desorientierungsmethode, bei der das Pheromon in künstlichen Quellen im Biotop so gleichmäßig verteilt wird, dass eine Duftorientierung der Männchen zu den Weibchen nicht mehr möglich ist. Demgegenüber gliedert BÖRNER (1981) die Verwendung von Sexualpheromonen in drei Kategorien. Danach werden sie, 1. zur Bestimmung der Flugzeit (Warndienst, Prognosen), 2. zum Einfangen angelockter Tiere in Fallen und 3. zur Verwirrung und Desorientierung von Insekten eingesetzt. Pheromonfallen, ausgestattet mit dem Sexuallockstoff weiblicher *P. gossypiella*, eignen sich sehr gut, um Populationsschwankungen der Art zu beobachten. Lediglich starke Winde beeinflussen die Fangergebnisse. In Indien fanden NAIK et al. (1996) eine signifikant positive Korrelation zwischen Pheromonfallenfängen von *P. gossypiella* und der Windgeschwindigkeit. Dabei haben andere klimatische Faktoren wie Temperatur, Niederschlag und relative Luftfeuchtigkeit die Fallenfänge nicht signifikant verändert. In der vorliegenden Untersuchung wurden sowohl die Pheromonfallen zur Beobachtung von Populationen des roten Baumwollkapselwurms (*Pectinophora gossypiella*) als auch Pheromone zum Einsatz der Verwirrungsmethode verwendet. Die Bekämpfung dieses Schädlings mit synthetischen Insektiziden

gilt auch in Kreisen erfahrener Pflanzenschützer als sehr schwierig, da sich die noch sehr jungen Larven unmittelbar nach dem Schlüpfen in die Baumwollkapsel hineinbohren und ihre ganze Entwicklung im Kapselinneren stattfindet. Wenn *P. gossypiella*-Larven dann ausgewachsen sind, bohren sie entweder ein kreisrundes Loch in die Kapselaußenhülle und fallen zu Boden, wo sie sich verpuppen, oder aber sie verpuppen sich direkt in der Kapsel nachdem sie ein Ausgangsloch gefressen haben (MUNRO, 1987). Hinzu kommt, dass die Weibchen ihre mit bloßem Auge kaum sichtbaren Eier so dicht an die Kapselbasis legen, das ein Auffinden dieser nur bedingt möglich ist. Des weiteren lässt sich kein offensichtliches Schadbild an der Pflanze oder Kapsel erkennen. Generell lässt jedoch ein übermäßiges Nährstoffangebot und damit vermehrtes vegetatives Wachstum auf einen höheren Befall mit Kapselwürmern schließen. ABDEL-FATTAH et al. (1976) konnten in zahlreichen Feldversuchen des ägyptischen Baumwollanbaus nachweisen, dass eine positive Korrelationen zwischen N-Düngung und dem Auftreten von *Pectinophora gossypiella* und *Earias insulana* besteht.

FÄRBERT et al. (1997) beschreiben in mehreren Freilandversuchen die Verteilung eingesetzter Pheromone von *P. gossypiella* für die Verwirrungsmethode und können nachweisen, dass Pheromone sich sehr weit vom Wind abtragen lassen. Dadurch kommt es dann eventuell zu zusätzlicher Zuwanderung von Männchen aus unbehandelten Nachbarflächen, die durch die abgeschwächte Wirkung der Pheromone angelockt werden. In der Praxis dürfte das aber kein Problem darstellen, da auch zugewanderte Männchen der Verwirrung unterliegen.

Einen weiteren wichtigen Anhaltspunkt, auch für den Erfolg der Pheromonverwirrung, stellen Kapselproben dar, mit der Befallszahlen ermittelt werden können. Dabei müssen Kapseln eingesammelt und geöffnet werden, um darin die Larven von *P. gossypiella* zu finden. Bei der Untersuchung von verschiedenen Bekämpfungsstrategien gegen *P. gossypiella* definierten AL-BELTAGY et al. (1996) den sogenannten BII (Bollworm Infestation Indicator) für Ägypten, der die Grundlage für ökonomische Schadschwellen darstellt. Eine sichere Aussage über den Befallsdruck und damit der Aktivität dieses Schädlings, lässt sich jedoch nur mit einer Kombination von Pheromonfallenfängen und dem Kapselbefall treffen. Eine signifikant positive lineare Korrelation zwischen Pheromonfallenfängen und dem Kapselbefall durch *P. gossypiella* wird beispielsweise von BUCHELOS et al. (1999) in Griechenland beschrieben. Unterstrichen wird dies durch Untersuchungen in räumlich voneinander getrennten Anbauregionen. Nach BARRANIA & AL-BELTAGY (1996) konnten keine signifikanten Unterschiede beim Vergleich der

Pheromonfallenfänge und des Kapselbefalls von *P. gossypiella* an zwei verschiedenen Standorten in Ägypten gefunden werden. Für den Ägyptischen Baumwollkapselwurm (*Earias insulana*) wurden diese Gesetzmäßigkeiten gleichermaßen beschrieben. Nach MAKKAR & KOSTANDY (1995) konnte bei Felduntersuchungen der Baumwolle Ägyptens eine positive Korrelation zwischen Pheromonfallenfängen und Kapselbefall für *E. insulana* nachgewiesen werden. Das Hauptauftreten dieses wichtigen Kapselwurms wurde dabei im August gefunden, also wenig später als das Auftreten von *P. gossypiella*. Populationschwankungen von *E. insulana* im Baumwollanbau Pakistans wurden von QURESHI & AHMED (1991) untersucht. Sie konnten ebenfalls eine positive Korrelation zwischen Pheromonfallenfängen und dem Kapselbefall nachweisen. Die Annahme, dass zwischen den beiden Kapselwürmern eine gewisse Beziehung besteht, kann jedoch ausgeschlossen werden. MOAWAD ET AL. (1994) konnten mit Hilfe von Pheromonfallen im Baumwollanbau Fayoums zeigen, dass zwischen dem Auftreten von Populationen der *P. gossypiella* und *E. insulana* keine Gesetzmäßigkeiten bestehen. Der Befall des einen Schädlings lässt demnach keinen Schluss auf den Befall des anderen Schädlings zu.

Nach TREEN & BURGSTALLER (1996) wird der ägyptische Baumwollanbau seit Beginn der Neunziger Jahre flächendeckend nach Kriterien des integrierten Pflanzenschutzes (IPM) angebaut. Der Einsatz von Pheromonen zur Verwirrung von *P. gossypiella* stellt dabei eines der Hauptbestandteile dar (TREEN, 1997). Ägypten verwendete 1993 auf 140 000 ha Pheromone zur Verwirrung von *P. gossypiella*, was etwa der Hälfte der gesamten Baumwollanbaufläche entsprach. Dabei brauchte das NRI (National Research Institute) ca. 16 Jahre, um die ägyptische Regierung vom Gebrauch der Pheromone gegen diesen Schlüsselschädling der Baumwolle zu überzeugen (PLEYDELL-BOUVERIE, 1994). Mündlichen Mitteilungen von TREEN (Oktober 1999) zufolge wurden 1994 die gesamte Baumwollfläche Ägyptens mit Pheromonen ausgestattet. EL-DEEB et al. (1993) und RUSSEL & RADWAN (1993) beschreiben sowohl die Erfolge als auch die Misserfolge der Pheromonverwirrung von *P. gossypiella* im ägyptischen Baumwollanbau seit Mitte der achtziger Jahre. Danach ist die Verwirrungsmethode bei hohen Populationsdichten als Bekämpfungsmaßnahme nur bedingt geeignet. Dieses Phänomen ist auch von der Pheromonverwirrung des Traubenwicklers in Deutschland bekannt (FELDHEGE, 1995). Schon bei den ersten Anwendungsversuchen von Pheromonen konnten CRITCHLEY et al. (1983) nachweisen, dass bei geringem Befallsdruck von *P. gossypiella* die Verwirrungsmethode besonders effektiv ist. In Indien und Nicaragua konnte der Kapselwurm-befall unter Einsatz der Pheromonverwirrung gut kontrolliert werden; dadurch bedingt

wurden die Anwendungen von Pestiziden im selben Zeitraum um die Hälfte reduziert (CHRISTEN, 1994). ANTILLA et al. (1996) berichten über eine ausreichende Kontrolle von *P. gossypiella* in Arizona (USA) durch die Verwirrungsmethode mit dem Pheromon GOSSYPLURE®. Der Kapselbefall konnte dabei während der gesamten Baumwollvegetationsperiode unter der ökonomischen Schadschwelle von 5 - 10 % gehalten werden. Nach MATTHWES (1991) konnten Ertragsverluste in der Baumwollproduktion Chinas und Ägyptens durch Pheromonbehandlungen gegenüber Insektizidbehandlungen um die Hälfte reduziert werden. Weitere Erfolgreiche Bekämpfungsergebnisse mit Pheromonen von *P. gossypiella* und der Verwirrungsmethode werden von CARDÉ & MINKS (1995) in den USA, Ägypten und Pakistan beschrieben.

Die Verwirrungsmethode mit Pheromonen stellt vor allem für ökologisch wirtschaftende Baumwollbetriebe eine sehr gute und vielleicht die einzige brauchbare Alternative zur Bekämpfung von *P. gossypiella* dar. Bei richtiger Anwendung der unterschiedlichen Produkte, die dafür auf dem freien Markt erhältlich sind, kann mit einer Ertragssicherung gerechnet werden. Ökonomisch gesehen sind Pheromone bei einer guten Wirkung nicht teurer als Insektizidapplikationen. Für den konventionellen Baumwollanbau gibt es außerdem noch die Möglichkeit, auf Kombinationen von Pheromonen und Insektiziden zurückzugreifen. Nach VOSS & MIFLIN (1994) kann die Kombination von Cypermethrine und GOSSYPLURE® (Pheromon der weiblichen *P. gossypiella*) gute Bekämpfungsergebnisse gegenüber der Kontrolle liefern. Parallel dazu konnten die Autoren im ägyptischen Baumwollanbau Ertragssteigerungen zwischen 10 und 23 % nachgewiesen.

Insgesamt ist also der hier vorgelegte positive Versuch mit der Pheromonverwirrung von *Pectinophora gossypiella* nicht singulär. Es bleibt zu hoffen, dass die Methode in Ägypten wieder zur Anwendung zugelassen wird.

5 Abschließende Diskussion

Die Baumwolle, von manchen auch als weißes Gold bezeichnet, hat seit Jahrhunderten einen wichtigen, wenn nicht sogar führenden Stellenwert in der Textilbranche. Seit Jahrtausenden ist die Verarbeitung von Baumwolle zu Textilien beispielsweise aus Indien, dem Niltal und Peru bekannt. Hinzu kommt das die Baumwollverarbeitung vor ca. zwei Jahrhunderten den Motor der industriellen Revolution darstellte (MEYERS, 1999). Der Weltmarktanteil von Baumwolltextilien liegt seit Jahren unverändert bei 50 %, trotz wachsender Konkurrenz von synthetischen Fasern. Nach Angaben von PAN (1995) sind in Deutschland 50 % aller Textilien aus Baumwolle hergestellt. Wolle, Seide und Flachs haben demgegenüber lediglich einen Marktanteil von ca. 10 %. Andere Autoren sehen der Entwicklung am Textilmarkt dagegen eher differenzierter entgegen. Nach TOWNSEND (1997) verliert Baumwolle am Weltmarkt gegenüber chemischen Fasern an Bedeutung. Der Anteil am gesamten Textilmarkt sei demnach von 50 % in 1986 auf 45 % in 1995 gefallen und ein weiterer Rückgang ist wahrscheinlich, obwohl der Weltbaumwollverbrauch aufgrund des Bevölkerungswachstums stetig steigt. Für eine Vielzahl baumwollproduzierender Länder stellt die Baumwolle jedoch die Haupteinnahmequelle für Devisen dar. Eine Abnahme der Nachfrage und damit der für diese Länder benötigten Exporte kann zu ökonomischen Einbußen führen, die nur schwer abzuschätzen wären. Alternative Anbaukonzepte und eine Verringerung der Produktionskosten ohne große Ertragseinbußen sind daher für den Baumwollanbau sehr gefragt.

CHAUDRY (1998) führte eine umfassende Studie zur Kostenanalyse der Baumwollproduktion durch, dabei liegt Israel gefolgt von Australien bei den Kosten für einen Hektar produzierter Baumwolle deutlich an der Spitze. Ägypten rangiert im unteren Drittel der 55 untersuchten baumwollproduzierenden Länder, da sowohl die Kosten für Bewässerung und den Pflanzenschutz vergleichsweise gering sind. Allgemein lässt sich für den Weltvergleich der Kosten deutlich erkennen, dass der Pflanzenschutz der teuerste landwirtschaftliche Input ist (Israel ist eine Ausnahme, da hier die oft notwendige Bewässerung sehr hohe Kosten verursacht). Von den weltweit verwendeten Pestiziden im Baumwollanbau stellt die Gruppe der Insektizide mit 64 % den Hauptanteil dar. Weiterhin sind nach WEBER (1994) Herbizide mit 21 % und Andere (Entlaubungsmittel, Wachstumsregulatoren, Fungizide und Acarizide) mit 15 % vertreten. Die Annahme, dass durch hohe Kosten auch ein hohes Ertragsniveau erreicht werden kann, liegt auf der Hand. FRANK (1994) fasst Ertragszahlen der weltweiten Baumwollproduktion zusammen

und berichtet, dass Israel, Australien, Syrien und Ägypten die höchsten Erträge erwirtschaften. Diese belaufen sich auf durchschnittlich 1 300 kg/ha, gegenüber denen aus China und den USA (weltweit größten Produzenten), von im Mittel 600 kg/ha. Hierbei wird jedoch deutlich, dass einige Länder klare Standortvorteile aufweisen. So werden in Ägypten sehr hohe Erträge erzielt, obwohl die dafür investierten Kosten im Weltdurchschnitt liegen. Für hohe Kosten im Pflanzenschutz anderer Ländern gibt es zahlreiche Beispiele. SEGONÇA (1982) berichtet beispielsweise über den intensiven Gebrauch von Insektiziden im Baumwollanbau der Cucurova-Ebene (Süd Türkei), wo vor allem gegen saugende Schädlinge wie *Bemisia tabaci*, *Tetranychus* spp. und *Aphis gossypii* vorgegangen werden muss. In dieser Region werden ca. 70 % der in der Türkei verbrauchten Pestizide verwendet. Aus dem indischen Baumwollanbau berichtet GAJBHIYE (1994) über den Pestizidgebrauch und den damit verbundenen Risiken. Danach wird Baumwolle nur auf fünf Prozent der landwirtschaftlichen Nutzfläche kultiviert, verbraucht aber 56 % der in ganz Indien verwendeten Insektizide.

Eine mögliche Alternative bietet die Züchtung neuer Baumwollsorten, die weltweit mit Nachdruck betrieben wird. Dabei gibt es eine ganze Reihe von Züchtungszielen die berücksichtigt werden sollten. REHM & ESPIG (1984) fassten die Züchtungsziele bei der Baumwolle zusammen, dabei stehen vor allem die Faserqualität, Faserertrag, Züchtung auf Frühreife und die Züchtung auf Resistenz im Vordergrund. Aufgrund ausgeprägter Konkurrenz speziell bei Qualitätsmerkmalen werden Züchtungserfolge jedoch nicht weitergegeben. Die ägyptische Baumwolle zählt noch heute zu denen mit den längsten und feinsten Fasern. Aber auch in den USA werden mittlerweile vergleichbare Qualitäten angebaut. BUTTLER (1998) beschreibt den Weltmarktanteil der beiden führenden Produzenten (USA und Ägypten) für "Extra Long Staple" (ELS)-Baumwolle als ausgeglichen, wobei die Privatisierung und Liberalisierung des Baumwollsektors in Ägypten diese Situation stark verändern kann. Sehr viele Faktoren, wie z. B. Ertragssteigerungen, Reduzierung oder Steigerung der Anbauflächen, Nachfrage, Einfluß durch Schädlinge und Witterung usw. können dieses ausgeglichene Verhältnis beeinflussen. PLEYDELL-BOUVERIE (1994) berichten aus den USA von einer Verdopplung der Baumwollproduktion zwischen 1992 und 1993, die nicht nur durch erhöhte Anbauflächen, sondern durch gesteigerte Erträge erreicht wurde. In anderen Jahren kommt es dann wieder zu einer Verschiebung, wie durch das Wetterphänomen "El Niño", das 1999 zu hohen Ertragsverlusten vor allem in den USA führte. Nach BUTTLER (1999) hielt Ägypten in diesem

speziellen Jahr nahezu 50 % des sogenannten ELS - Marktes weltweit, wobei der Weltmarktanteil der USA von 40 % auf 25 % gesunken ist.

Eine ganz andere Alternative stellt der biologische Baumwollanbau dar, durch ihn lassen sich vor allem in den Ländern des Südens Kosten für den Pflanzenschutz sparen. In manchen Anbaugebieten wird dabei sogar von Ertragssteigerungen berichtet, wie sie auch bei der vorliegenden Untersuchung nachgewiesen werden konnten. Die richtige und überlegte Anwendung von alternativem Pflanzenschutz ist dabei genauso von entscheidender Bedeutung wie das Vorhandensein von Absatzmöglichkeiten der organisch produzierten Baumwolle und anderer Kulturen.

5.1 Fazit

Der Baumwollanbau mit alternativen Pflanzenschutzmaßnahmen kann vor allem für Kleinbauern eine wirkliche Chance darstellen, denn sowohl mit Kulturmaßnahmen als auch mit regelmäßigen Monitoring lassen sich viele Schädlinge in der Baumwolle auf ein erträgliches Maß reduzieren. Die größte Hürde bei der Entscheidung, seine Produktion umzustellen, ist meistens durch anfängliche Schwierigkeiten bedingt. RIED (1997) beschreibt einen Ertragsrückgang von 10 - 50 % bei der Umstellung von konventionellem auf organischen Baumwollanbau. Nach einer gewissen Übergangsphase stabilisieren sich die Erträge jedoch und sind dann teilweise höher als im konventionellen Anbau. Sicherlich kann es nicht das Ziel sein, Baumwolle ausschließlich organisch zu produzieren, dennoch sollten vorhandene Maßnahmen, die den chemischen Pflanzenschutz reduzieren können nicht außer Acht gelassen werden. BA-ANGOOD (1982) berichtet beispielsweise über gute Resultate bei der Einführung des integrierten Pflanzenschutzes im Jemen. Der Befall von Baumwollkapselwürmern konnte in den zehn Jahren zwischen 1971 - 1981 von 70 % auf 20 % Befall reduziert werden. Ein entscheidender Schritt dabei war es, die Baumwolle früh auszusäen (Juli statt Oktober), welches ohne den Einsatz von Insektiziden zusätzlich zum doppelten Ertrag führte. Mögliche Alternativen zum chemischen Pflanzenschutz werden beispielsweise für Zentralindien von RAJENDRAN & BAMBAWALE (1994) diskutiert. Sie empfehlen unter anderem den gezielten Einsatz von Nützlingen und die Verwendung von Pflanzenextrakten, wie Niemsamenwasserextrakt. JANSEN (1994) berichtet über den integrierten Pflanzenschutz in der Baumwollproduktion Nicaraguas und stellt dabei vor allem die ökonomischen Vorteile geringerer Anwendungen von Pflanzenschutzmitteln in den Vordergrund. REYNOLDS et al. (1975) und FRISBIE et al. (1989) geben einen umfassenden Überblick über die

Schädlingsproblematik bei der Baumwollproduktion in den USA und diskutieren ihre möglichen Bekämpfungsmaßnahmen, gleichzeitig berichten sie von der Einführung des integrierten Pflanzenschutzes in der Baumwollproduktion der USA.

Aus der Literatur ist bekannt, dass im Baumwollanbau mit einer ganzen Reihe von Schädlingen zu rechnen ist. Eine umfassende Beschreibung sowohl der saugenden Schädlinge als auch der Kapselwürmer an Baumwolle wurden unter anderem von WYNIGER (1962) zusammengestellt. Die weltweit wichtigsten Schädlinge der Baumwolle sind nach FRISBIE (1983) jedoch *Pectinophora gossypiella*, *Helicoverpa armigera*, *Earias* spp. und *Spodoptera littoralis*. *Anthonomus grandis* ist von wichtiger lokaler Bedeutung in Mexiko und den USA. Die wirtschaftlich bedeutsamsten Schädlinge im ägyptischen Baumwollanbau sind nach PÜLSCHEN et al. (1994) *Pectinophora gossypiella*, *Earias insulana* und *Spodoptera littoralis*. Dementsprechend sind nach CHAMPION & HOSNY (1987) Nematoden, Spinnmilben, *Rhizoctonia solani* und Fusarienwelken weniger bedeutend. KLONSKY et al. (1995) konnten nachweisen, dass eine positive Korrelation zwischen fehlerhafter Bewässerung (zu viel oder zu wenig Wasser) und dem Befallsdruck von Schädlingen in der Baumwollproduktion der USA besteht. Insektizidapplikationen gegen die oben genannten Schädlinge können jedoch andere, weniger bedeutende Arten begünstigen. Nach frühen Behandlungen gegen *Heliothis armigera* mit Insektiziden konnte z. B. in der Baumwolle Sudans ein starkes Ansteigen der Populationsdichten von *Bemisia tabaci* und *Aphis gossypii* nachgewiesen werden. Durch deren Honigtau-Abscheidungen kommt es dann zu Qualitätsminderungen und Ertragsverlusten ("sticky cotton"; KRANZ et al., 1979). Ohne Insektizid-Einsätze toleriert die Baumwollpflanze den Blattlausbefall (ROSENHEIM et al., 1997). ABDEL-RAHMAN et al. (1989) führen dies auf die Ausschaltung der natürlichen Gegenspieler zurück. Die besondere Bedeutung dieser Nützlinge gegen viele Schlüsselschädlinge konnte BOHLEN (1973) im tansanischen Baumwollanbau zusammenfassen. EL-HENEIDY et al. (1979) untersuchten unbehandelte Klee- und Baumwollfelder im Governorat Fayoum nach vorkommenden Prädatoren. Dabei stellten sie die besondere Bedeutung von Spinnen im Baumwollanbau dar. In der vorliegenden Untersuchung konnte beim Vergleich der Anbausysteme ebenfalls nachgewiesen werden, dass Spinnen für das Baumwollökosystem sehr wichtig sind. GIESEBRECHT-WIEBE (1994) führt die Erfolge der biologischen Baumwollproduktion in Paraguay vor allem auf die Schonung der Nützlinge und auf die verschiedenen Kulturmaßnahmen zurück. Dabei sind weite Fruchtfolgen genauso wichtig wie die Feldhygiene

(Entfernen aller Baumwollpflanzenreste) und Maßnahmen die zur Verbesserung der Bodenfruchtbarkeit beitragen.

In der von MERCKENS et al. (1993) beschriebenen zertifizierten organischen bzw. biologisch-dynamischen Baumwolle in Ägyptens, garantieren die vorhandenen Nützlinge eine ausreichende Kontrolle vieler Schädlinge. Lediglich das Massenaufreten von Kapselwürmern stellt nach wie vor eine wirkliche Gefahr dar. Aus den Ergebnissen dieser Untersuchung wird deutlich, dass Pheromone für den organischen Baumwollanbau Ägyptens eine gute Alternative darstellen. Alle Maßnahmen, die zur Förderung der Nützlinge eingesetzt werden können sollten als Alternativen zum Einsatz kommen. Baumwollanbau in Streifen mit anderen Kulturen zeigt z. T. eine deutliche Nützlingsförderung und eröffnet gleichzeitig zusätzliche Einnahmequellen.

5.2 Ausblick

Der organische Anbau von Baumwolle hat in den letzten Jahren deutlich an Bedeutung gewonnen. Nach TON et al. (1999) gibt es sogar klare Anzeichen dafür, dass sich der organische Baumwollanbau aus der bisherigen Nischenproduktion in einen wichtigen Marktweig entwickeln wird. Dabei steht die Nachfrage nach ökologischen Textilien als wichtigstes Argument an erster Stelle. Über erfolgreiche biologische Baumwollproduktion in verschiedenen Ländern wie Paraguay, Peru, Argentinien, Brasilien, den USA, Ägypten, Griechenland, Türkei, Indien und Australien berichtet VAN ESCH (1994). Die mögliche Erweiterung der Produktion in andere Länder hält er für wahrscheinlich und wünschenswert. MYERS & STOLON (1999) beschreiben den weltweiten organischen Baumwollanbau und zeigen eine Vielzahl ökologischer, soziologischer und ökonomischer Gründe auf, warum organischer Baumwollanbau gefördert werden sollte.

Wissenschaftliche Untersuchungen zum organischen Baumwollanbau sind weiterhin von großer Bedeutung, denn viele Faktoren die eine erfolgreiche Produktion der Baumwolle ohne chemische Hilfsmittel beeinflussen sind noch nicht bekannt. Weitere Alternativen zum konventionellen Anbau sollten eingehend untersucht werden, denn die Erhaltung natürlicher Ressourcen und die Gesundheit von Baumwollbauern sollte über vorhandene Schwierigkeiten beim Einsatz organischer Betriebssysteme hinausgehen. Aus allen Schwierigkeiten kann gelernt werden. ALLEN (1994) berichtet beispielsweise über die Chancen und Schwierigkeiten der biologischen Baumwollproduktion in den USA. Er stellt dabei vor allem die Vermarktung als wichtigsten Punkt heraus. Probleme und daraus resultierende Lösungen vor allem für die Vermarktung werden von WIESEMAN (1993)

aus dem organischer Baumwollanbau in Texas (USA) beschrieben. Dabei sollte erreicht werden, dass Textilien aus organischer Produktion nicht zu teuer sind, damit sie einen weiten Kreis von Konsumenten erreichen können. Hohe Kosten entstehen vor allem auch in der Verarbeitung der organischen Textilien, hier müssten beispielsweise bei der Färbung Einsparungen möglich sein.

Farbige Baumwolle existiert, und VREELAND (1993) konnte nachweisen, dass in den meisten baumwollproduzierenden Ländern der Anbau der farbigen Baumwolle sich nicht durchgesetzt hat. Die Bedeutung der Produktion farbiger Baumwolle wird von CHAUDRY (1994) beschrieben. Dabei werden vor allem Israel, die USA und Peru genannt. Nach APODACA (1995) sind die Produktionsverfahren farbiger von weißer Baumwolle nicht unterschiedlich, sofern es sich nicht um verschiedene Anbausysteme (konventionell oder organisch) handelt. Wenn es also einen ausreichend großen Markt für farbige Baumwolle gäbe, könnte sie auch erfolgreich angebaut werden, wie SYKORA (1996) aus Peru berichtet. Dort wird im tropischen Regenwald des Hochlandes von 700 Bauern farbige Baumwolle nach ökologischen Kriterien mit Erfolg angebaut.

Letztendlich ist es jedoch die Entscheidung jedes Einzelnen, sich für oder gegen eine nachhaltige Produktion von Baumwolle zu entscheiden. Früher oder später werden sich jedoch ökologisch angepasste Produktionssysteme und Anbauverfahren nicht nur in der Baumwolle durchsetzen.

6 Zusammenfassung

Ägypten, das Land am Oberlauf des Nil, hat eine sehr lange landwirtschaftliche Geschichte. Die dort angebaute Baumwolle zählt gemessen an der Faserlänge und Qualität zu den Besten der Welt. Seit Jahrzehnten ist die Baumwolle die landwirtschaftliche Kultur mit der größten Bedeutung für den Export Ägyptens. Hohe Subventionen und fallende Weltmarktpreise haben jedoch in den letzten zehn Jahren zur Abnahme der Produktion geführt, die Alternative Anbaukonzepte notwendig machen.

Seit 1990 wird Baumwolle in Ägypten auch biologisch-dynamisch angebaut. Ziel der vorliegenden Arbeit war es, sowohl alternative Anbaumethoden wissenschaftlich zu testen, als auch einen Vergleich zwischen langjährig konventionellem und langjährig biologischen Anbauweisen, unter besonderer Berücksichtigung entomologischer Aspekte, durchzuführen.

Es konnte gezeigt werden, dass der Streifenanbau mit Baumwolle und anderen Kulturen, wie Basilikum (*Ocimum basilicum*), Chili Pfeffer (*Capsicum frutescens*) und Zitronengras (*Cymbopogon citratus*), vor allem für biologisch wirtschaftende Betriebe ökonomische und pflanzenbauliche Vorteile hervorbringt. Erlöse aus dem Streifenanbau sind durchaus mit denen aus reinem Baumwollanbau vergleichbar. Zusätzlich können während der langen Baumwollvegetationsperiode Zusatzkulturen geerntet werden und somit für Liquidität der Bauern sorgen. Die Variante mit Chili Pfeffer schneidet dabei am schlechtesten ab.

Beim sogenannten Öko-Monitoring der verschiedenen Betriebssysteme (konventionell und biologisch-dynamisch) ergaben sich beim Vorkommen von Nützlingen nur zum Teil signifikante Unterschiede. Auf konventionellen Flächen fanden sich 124 Raubathropoden pro m² mit einer Biomasse von 95 mg. Auf ökologisch bewirtschafteten Flächen waren 107 Raubathropoden pro m², mit einer Biomasse von 102 mg zu finden. Auf Baumwollpflanzen fanden sich bei konventioneller Wirtschaft durchschnittlich 2,3 Nützlinge und 5,3 saugende Schädlinge (Homoptera), bei ökologischer Wirtschaft war das Verhältnis umgekehrt: 3,2 Nützlinge und 2,3 Homoptera (Durchschnittswerte). Beim Vergleich der Ackerbegleitflora fanden sich auf konventionell bewirtschafteten Flächen durchschnittlich 6,55 Begleitpflanzen pro m², auf ökologischen bewirtschafteten Flächen waren es 7,30 pro m² (jeweils 10 Arten; Malvaceae als Unkräuter waren sehr selten). Letztendlich konnte beim Vergleich der Erträge ein gleiches bzw. höheres Ertragsniveau bei biologischer Baumwolle festgestellt werden. Die durchgeführten Insektizidspritzungen

im konventionellen Anbau haben dabei keine nennenswerte Reduzierung des Schädlingsdrucks herbeigeführt. Der fördernde Einfluss von N-Düngung, verspätete Aussaat und von Insektiziden auf den Schädlingsbefall wird herausgestellt.

Ein durchgeführter Versuch mit dem Sexualpheromon der weiblichen *Pectinophora gossypiella* SAUND., angewendet als Verwirrungsmethode, zeigte, dass sich Populationen dieses Schlüsselschädling in biologischen Anbausystemen kontrollieren lassen. Vergleichsweise dazu haben die durchgeführten Insektizidbehandlungen in konventioneller Baumwolle nicht den erwünschten Erfolg gebracht. Die Verwirrungsmethode mit Pheromonen von *P. gossypiella* kann für biologisch wirtschaftende Bauern in Ägypten ein wirkungsvolles Mittel zur Ertragssicherung der Baumwolle darstellen. Bei richtiger Dosierung und Anwendung, sowie günstigen Produktionsbedingungen ist die Verwendung von Pheromonen nicht teurer als konventionelle Spritzungen von Insektiziden, gegen diesen Baumwollkapselwurm.

Der organische Baumwollanbau, wie er in Ägypten durchgeführt wird, stellt eine sinnvolle Alternative zum konventionellen Anbau dar, wobei er in absehbarer Zeit wahrscheinlich nicht aus dem Nischenmarkt herauswachen wird. Für biologische Baumwolle wird gegenwärtig ein Preisaufschlag von ca. 20 % gegenüber konventioneller Baumwolle gezahlt, der solange möglich ist, wie die Nachfrage erhalten bzw. erweitert wird. Weite Fruchtfolgen und der Anbau von Baumwolle in Streifenkulturen können das Risiko, keinen Absatzmarkt zu finden, erheblich vermindern.

Langfristig gesehen hat der organische Anbau, nicht nur von Baumwolle, zur Folge, dass sich Nützlingspopulationen aufbauen können und sich die Schädlingsproblematik vereinfacht. Dies bedeutet jedoch nicht, dass eine gute landwirtschaftliche Praxis vernachlässigt werden soll, denn sowohl regelmäßige Kontrollen sowie gezielte Maßnahmen gegen vorkommende Schädlingspopulationen sind genauso nötig, wie eine gute Beratung und weitere Forschung im Bereich des ökologischen Landbaus.

6 Summary

Egypt, the land of the Pharos has a long and defined agricultural history due to the waters of the Nile. The cotton grown in Egypt accounts for best quality and fiber length around the world. Cotton has been the most important cash crop in Egypt's agricultural production and contributes to export earnings since decades. High levels of subventions and dropping world market prices have lead to a reduced production in the past ten years. Therefore alternatives to existing production systems (e. g. low input agriculture or strip cultivation) are of importance for a feasible cotton growing.

In Egypt cotton has been cultivated using organic standards of the EC agriculture since the beginning of 1990. The objective of this scientific work is to identify possible alternative production systems as well as to compare conventional with organic cotton production, with special emphasis on entomological aspects.

It could be shown that strip cultivation of cotton with other cultures, such as basil (*Ocimum basilicum*), chili pepper (*Capsicum frutescens*) and lemon grass (*Cymbopogon citratus*) can lead to economic advantages and production surplus especially in organic farming systems. Revenues from strip cultivation can be compared to those of pure cotton production. Additional earnings through harvested medicinal and herbal crops of the strips can secure cash flow for the farmers during the long vegetation period of cotton. Chili pepper resulted in the lowest economic output.

With the eco-monitoring two production systems (conventional and bio-dynamic) where evaluated and compared, they have shown some significant differences in the abundance of arthropods. In average, epigeal predators were found at a rate of 124 individuals per m² with 95 mg (dry weight) in conventionally grown cotton, whereas 107 individuals per m² with 102 mg (dry weight) were found in organically grown cotton fields. On the conventional cotton plants 5,3 Homoptera and 2,3 of their antagonists were found per plant, whereas on the ecological cotton plants this relation was inverse, with 2,3 Homoptera and 3,2 of their antagonists per plant. In ecological fields 7,30 weeds per m² could be reported, in conventional fields 6,55 weeds were found per m², this means ten species could be identified in each production system. Malvacean weeds were very rare. According to the results of this study same yield levels and even higher yields could be obtained in the organic production system. The application of insecticides in conventional production did not

reduce the infestation of pests to an acceptable extend. It is pointed out that N-fertilizers, late sowing dates and the use of insecticides enhance the occurrence of sucking pests

A conducted mating disruption trial with pheromones of female *Pectinophora gossypiella* SAUND. showed that their control in organic farming is possible and leads to yield security. A comparison to conventional fields illustrated only little effect of two consecutive insecticide sprayings. Due to a lack of alternatives in organic production the mating disruption of *P. gossypiella* is highly recommendable for organic farming in Egypt, and elsewhere. With the correct application and favorable production circumstances the costs for pheromones are not higher than inputs needed in conventional production to control the pink bollworm.

The organic cotton production in Egypt can be a real alternative to conventional cotton, although market shares will most probably remain low due to limited demand. Nowadays a 20 % surplus is paid for the organic cotton, which can only be obtained when the market remains as it is or increases. Wide cropping patterns and the cultivation of cotton in strips can reduce the risk of production considerably.

On a long term basis organic production systems are sustainable and help to achieve population levels of beneficials which lead to a natural control of pests in fields and crops. However, this does not reduce the necessary work of monitoring and control. Targeted treatments against vast populations of pests still have to be conducted. Extension as well as scientific research have to be reinforced in order to implement and support organic farming.

7 Literaturverzeichnis

- ABBATE, J., H. GONÁLEZ, M. CABALLERO & V. BENÍTEZ (1994): The Pesticide Trust Cotton Project - Discussion Document Number 3: Paraguay. By the Pesticide Trust as a part of its Pesticides, Cotton and Development. PESTIZID AKTIONS NETZWERK, unpublished, January 1994
- ABDEL-FATAH, M. L., M. M. HOSNY & G. EL-SAADANY (1976): The rate and timing of nitrogenous fertilization to cotton plants as factor affecting populations of bollworms, *Earias insulana* (Boisd.) and *Pectinophora gossypiella* (Saund.). Bulletin of the Entomological Society of Egypt **60**, p. 75-83, Cairo, Egypt
- ABDEL-RAHMAN, A. A., B. MUNIR & P. A. STAM (1989): Recent Advances in the Integrated Pest Management in Cotton in the Gezira and Rahad Schemes in Sudan. In: Proceedings of the International Conference on Integrated Pest Management in tropical and subtropical cropping systems, Vol. **2**, p. 435-444. Bad Dürkheim, Germany, 8-15. Feb. 1989
- ABDEL-SALAM, M. E. (1999): The Egyptian Cotton, Production, Quality and Marketing. El Kalima Press, Giza, Cairo, 488 p.
- AL-BELTAGY, A. M., A. S. EL-DEEB & H. A. BARRANIA (1996): Bollworm infestation indicator for comparing the efficiency of different control tactics. Alexandria Journal of Agricultural Research **41** (3), p. 85-92, Alexandria, Egypt
- ALI, M. A., A.S. EL-KHOULY, G. M. MOAWAD & M. G. M. RAGAB (1992): Zum saisonalen Auftreten der Baumwollmotte, *Spodoptera littoralis* (Boisd.) (Lep., Noctuidae) und ihrer Kernpolyedrose (NPV) in verschiedenen Distrikten Ägyptens. Anz. Schädligskde., Pflanzenschutz und Umweltschutz **65**, p. 51-54, Berlin, Deutschland
- ALLEN, W. (1994): Organic Cotton Production in the USA. Sustainable cotton production: a niche market or a must market? In: Proceedings of the Conference Cotton Connection, Hamburg, 25. - 26. November, published by Pestizid Aktions-Netzwerk (PAN) International
- AMEND, J. & TH. BASEDOW (1997): Combining release / establishment of *Diadegma semiclausum* (Hellen) (Hym., Ichneumonidae) and *Bacillus thuringiensis* Berl. for the control of *Plutella xylostella* (L.) (Lep., Yponomeutidae) and other lepidopteran pests in the cordillera Region of Luzon (Philippines). J. Appl. Ent. **121**, p. 337-342
- ANTILLA, L., M. WHITLOW, R. T. STATEN, O. EL-LISSY & F. MYERS (1996): An integrated approach to area wide pink bollworm management in Arizona. In: Proceedings Beltwide Cotton Conference, Vol. **2**, p. 1083-1085, Nashville, USA, January 9-12, 1996
- APODACA, J. K. (1993): A brief overview of natural coloured and organically grown niche cotton: Production, marketing, processing, retailing. Proceedings of the Beltwide Cotton Conference, Cotton Textile Processing, p. 1403-1407. National Cotton Council of America, Memphis, USA
- ATSAF (1995): Bericht über die Tagung "Cotton Connection" - für eine ökologisch und sozioökonomisch langfristig tragfähige Baumwollproduktion. Kein Autor genannt, Deutsche Forschungsinstitutionen / Organisationen. ATSAF - Circular, Nr. **41**, p. 44-46

- BA-ANGOOD, S. A. (1982): Control of Cotton Bollworms in the People's Democratic Republic of Yemen. In: Proceedings of the International Conference on Plant Protection in the Tropics, p. 581-588. Eds.: Hoeng, K. L., B. S. Lee, T. M. Lim, C. H. Teoh and Y. Ibrahim. Published by the Malaysian Plant Protection Society (MAPPS), Kuala Lumpur, Malaysia
- BAARS, M. A. & TH. S. DIJK (1984): Population dynamics of two carabid beetles at a Dutch heathland, I. Subpopulations fluctuations in relation to weather and dispersal. *J. Anim. Ecol.* **53**, p. 375-388
- BACHELER, J. S. (1997): Managing insect on cotton. 15 p., Place on the Web: http://ipmwww.ncsu.edu/Production_Guides/Cotton/chptr11.html
- BARATTA, M. V. (HERAUSGEBER) (1999): Der Fischer Weltalmanach - Daten, Zahlen, Fakten - 2000. 702 p., Fischer Taschenbuch Verlag, Frankfurt, Deutschland
- BARRANIA, H. A. & A. M. AL-BELTAGY (1996): Regional and seasonal variations of pink bollworm trap catches and boll infestation relationship. *Alexandria Journal of Agricultural Research* **41** (3), p. 77-84, Alexandria, Egypt
- BASEDOW, TH., H. RZEHAK & K. VOSS (1985): Studies on the effect of Deltamethrin on the numbers of epigeal predatory arthropods occurring in arable fields. *Pesticide Sci.* **16**, p. 325 - 331
- BASEDOW, TH., K. KLINGER, A. FROESE & G. YANES (1988): Aufschwemmung mit Wasser zur Schnellbestimmung der Abundanz epigäischer Raubarthropoden auf Äckern. *Pedobiol.* **32**, S. 317 - 322
- BOGUSLAWSKI, C. V. & TH. BASEDOW (2001): Studies in cotton fields in Egypt on the effects of pheromone mating disruption on *Pectinophora gossypiella* (Saund.) (Lep., Gelechiidae), on the occurrence of other arthropods, and on yields. *J. Appl. Ent.* **125**, p. 1-5
- BOHLEN, E. (1973): Crop Pests in Tanzania and their Control. Edited by Federal Agency for Economic Co-operation, 142 p., Paul Parey, Berlin und Hamburg
- BÖRNER, H. (1981): Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz. 406 p., 4. neubearb. Aufl., Ulmer Verlag (Uni-Taschenbücher 518), Stuttgart
- BRANDT, H. (1989): Die Baumwollerzeugung afrikanischer Länder - Internationale Wettbewerbsfähigkeit und ökologische Probleme. DIE Band **97**, Berlin
- BROWN, M. (1995): Research Reviews - Farm Level Conversion of a Conventional Cotton Production System to Organic Management. Organic Farming Research Foundation, Nr. 1, p. 6-8. Centre for Agroecology and Sustainable Food Systems, University of California, Santa Cruz, USA
- BUCHELOS, C. TH., C. G. ATHANASSIOU, C. CH. PAPAPOSTOLOU & A. GEORGIU (1999): Correlation between the number of adult male *Pectinophora gossypiella* (Saund.) (Lep., Gelechiidae) catches on pheromone traps and the rate of infestation in fruiting bodies of cotton plants by young larvae in three regions of central Greece. *J. Appl. Ent.* **123**, p. 433-436
- BUTTLE, R. (1998): The Long Staple Market Outlook. In: Cotton Outlook - Special Feature, 24 p., Merseyside, United Kingdom, June 1998
- BUTTLE, R. (1999): The World Long Staple Market. In: Cotton Outlook - Special Feature, 21 p., Merseyside, United Kingdom, June 1999

- CALDAS, T. (1995): Challenging the cotton-pesticide alliance. In: A Cotton Reader, The Cotton Chain, linking sustainable agriculture and fair trade. Published by the Pesticide Trust, p. 12, 13 & 19, London
- CAMPION, D. G. & M. M. HOSNY (1987): Biological, cultural and selective methods for control of cotton pests in Egypt. *Insect Science and its Application* **8**, p. 803-805
- CARDÉ, R. T. & K. A. MINKS (1995): Control of moth pests by mating disruption: Successes and Constraints. *Annu. Rev. Entomol.* **40**, p. 559-585, Annual Reviews Inc.
- CHAUDHRY, M. R. (1994): Status of organic cotton production. International workshop on cotton production prospects for the next decade. Ismailia, Egypt, Manuscript of a report of Nov. 16th, 1994
- CHAUDHRY, M. R. (1998): Survey of the cost of production of raw cotton. 107 p., Technical Information Section, International Cotton Advisory Committee, Washington DC, USA, Oct. 1998
- CHINERY, M. (1986): Pareys Buch der Insekten - Ein Feldführer der europäischen Insekten. 328 p., Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin
- CHRISTEN, O. (1994): Verwirrende Lockstoffe im Baumwollfeld, Biologische Schädlingsbekämpfung / Pestizidgehalt kein entscheidendes Argument für Öko-Kleidung. *F.A.Z., Natur und Wissenschaft*, S. N3, Nr. 290, 14. Dez. 1994
- CHU, C.-C., T. J. HENNEBERRY, R.C. WEDDLE, E. T. NATWICK, J.R. CARSON, C. VALENZUELA, S. L. BIRDSALL & R. T. STATEN (1996): Reduction of Pink Bollworm (Lepidoptera: Gelechiidae) Populations in the Imperial Valley, California, Following Mandatory Short-Season Cotton Management Systems. *J. Econ. Entomol.* **89** (1), p. 175-182
- COCHRAN, W. G. (1983): Planning and analysis of observational studies. John Wiley & Sons, New York, USA
- CRITCHLEY, B. R., D. G. CAMPION, L. J. MCVEIGH, P. HUNTER-JONES, D. R. HALL, A. CORK, B. F. NESBITT, G.J. MARRS, A. R. JUSTUM, M. M. HOSNY & E. A. NASR (1983): Control of pink bollworm, *Pectinophora gossypiella* (Saunders) (Lepidoptera: Gelechiidae), in Egypt by mating disruption using an aerial applied microencapsulated pheromone formulation. *Bull. Entomol. Res.* **73**, p. 289-299
- CSPP (1999): Cotton Sector Information - The Cotton Season 1998. Egyptian German Cotton Sector Promotion Program, Cairo, Egypt, January 1999
- DABROWSKI, Z. T. & A. H. EL-HENEIDY (1999): The Technical and Economic Feasibility and Research Requirements of Participatory IPM in Fayoum Governorate. IPM Project, Agro Vision Holland BV and Partners, published and distributed by the IPM Project Fayoum, August 1999
- DAXL, R. (1985): Integrierte Pflanzenschutzmaßnahmen in Baumwolle in Nicaragua. *Giessener Beiträge I*, Nr. **12**, p. 58-67
- DRIESSEN, P. M. & R. DUDAL (1991): The Major Soils of the World - lecture notes on their geography, formation, properties and use. 309 p., Koninklijke Wöhrmann B. V., Zutphen, The Netherlands
- EBDA (1998): Mündliche Mitteilungen vom landwirtschaftlichen Berater Klaus Merckens, in Ägypten im Oktober 1998

- EBERHARDT, L. L. & J. M. THOMAS (1991): Designing environmental field studies. *Ecological Monographs* **61** (1), p. 53-73
- EL-ABJAR, Z. (1994): The Pesticide Trust Cotton Project - Discussion Document Number 2: Sudan. By the Pesticide Trust as a part of its Pesticides, Cotton and Development. PESTIZID AKTIONEN NETZWERK, unpublished, January 1994
- EL-ARABY, A & K. MERCKENS (1999): Organic Cotton in Egypt. In: Organic Cotton - From Field to Final Product, by D. Myers & S. Stolton (Editors). Intermediate Technology Publications, p. 164 - 175, London
- EL-AZZAZI, M. H. (1996): Ägypten - Arbeitsmaterialien für den landeskundlichen Unterricht, Folge Verwaltungsprofile, 120 S., Deutsche Stiftung für Internationale Entwicklung (DSE), Bad Honnef, Deutschland
- EL-DEEB, Y. A., M. A. EL HAMAKY, & G. M. MOAWAD (1993): Large scale use of pink bollworm sex pheromone formulations integrated with conventional insecticides for the control of cotton pests in Egypt. *Int. Org. Biol. Control West Palearct. Reg. Sect. Bull.* **16** (10), p. 213 - 219
- EL-HENEIDY, A. H., M. S. T. ABBAS & M. S. I. EL-DAKRURY (1979): Seasonal abundance of certain predators in untreated Egyptian clover and cotton fields in Fayoum Governorate, Egypt. *Bull. Soc. Ent. Egypte* **62**, p. 89 - 95
- ELLINGTON, J., M. SOUTHWARD & T. CARRILLO (1997): Association Among Cotton Arthropods. *Environ. Entomol.* **26** (5), p. 1004-1008
- EL-MOWELHI, N. (1997): Cotton fertilization in Egypt. In: Proc. FAO-IRCRNC Joint Meeting (Cotton Nutrition and Growth Regulators), Cairo. Ed. By M. M. El-Fouly et al., Cairo, Rome NRC/FAO, p. 21-23
- EL-REFAI, S. A. & A. K. EMAM (1994): Some factors effecting cotton aphids, whitefly, boll worms infestation and cotton yield. *Annals of Agricultural Science* **39** (1), p. 431-439, Cairo, Egypt
- ENTWISTLE, P. F. (1986): Viruses for insect pest control. In: Proceedings of the "First Regional Symposium on Biological Control", at Universiti Pertanian Malaysia, Serdang, p. 237-253, 4-6 Sept., 1985
- EPEA (1995): Ökologischer Baumwollanbau in der Vidarbha Region Zentralindiens. Projektbeschreibung, unpublished, Aug. 1995
- FACKNATH, S. (1994): "Green" Pesticides for the control of some important pests in Mauritius. *Pesticide Outlook*, p. 24-27, April 1994
- FAO (2000): Changing Patterns of Population and Arable Land in Egypt 1897 – 1999: http://www.fao.org/landandwater/swlwpnr/egypt/e_lcover.htm
- FÄRBERT, P, U. T. KOCH, A. FÄRBERT, R. T. STATEN & R. T. CARDÉ (1997): Pheromone Concentration Measured with Electroantennogram in Cotton Fields Treated for Mating Disruption of *Pectinophora gossypiella* (Lepidoptera: Gelechiidae). *Environ. Entomol.* **25** (5), p. 1105-1116
- FELDHEGE, M. (1995): Untersuchungen zum zeitlichen und räumlichen Auftreten des Bekreuzten Traubenwicklers *Lobesia botrana* Schiff. (Lepidoptera: Tortricidae) in Weinbergen unter Einsatz von Sexualpheromonen zur Paarungsstörung. Diss. Giessen

- FÖRSTER, P. (1996): Dialogue about a Product with a Future - Problems and prospects of eco-cotton. Zeitschrift: "gate", Nr. 2, p. 46-48. GTZ Eschborn, Germany, April-June 1996
- FRANÇOIS, P. (1995): MVP, Insecticide biologique pour la vigne. Phytoma - La Défense des végétaux, N° 468, p. 48-49, Janvier 1995
- FRANK, D. (1994): World Cotton Production: Current Situation and Outlook. In: Proceedings of the Conference Cotton Connection, Hamburg, 25. - 26. November, published by Pestizid Aktions-Netzwerk (PAN) International
- FREUDE, H., K. W. LOSE & G. LOHSE (1976): Die Käfer Mitteleuropas. Band 1 - 11. Verlag Goecke & Evers, Krefeld, Deutschland, 1964 - 1983
- FRIEDRICH, T. (1995): Integrierter Baumwollanbau in Nicaragua. Zeitschrift: entwicklung + ländlicher raum, Nr. 5, Landwirtschaft, p.20-23
- FRISBIE, R. E. (1983): Guidelines for integrated control of cotton pests. FAO Plant Production and Protection Paper 48, FAO, Rome, Italy
- FRISBIE, R. E., K. M. EL-ZIK & L. T. WILSON (1989): Integrated pest management systems and cotton production. John Wiley & Sons, Inc., New York, USA
- FUGMANN, B., F. LIEB, H. MOESCHLER, K. NAUMANN & U. WACHENDORFF (1991): Natürliche Pflanzenschutzwirkstoffe, Teil I: Eine Alternative zu synthetischen Pflanzenschutzmitteln? Chemie in unserer Zeit, 25. Jahrg., Nr. 6, p. 317-330, VCH Verlagsgesellschaft mbH, Weinheim, Germany
- GAJBHIYE, H. (1994): Environmental Awareness and Pesticide Use in Cotton - Sociological Perspective. In: Proceedings of the Conference Cotton Connection, Hamburg, 25. - 26. November, published by Pestizid Aktions-Netzwerk (PAN) International, 1994
- GIESBRECHT-WIEBE, W. (1994): Organic Cotton Production in Chaco Central in Paraguay. In: Proceedings of the Conference Cotton Connection, Hamburg, 25. - 26. November, published by PAN International
- GLEICH, M. F. (1995): Baumwolle - Dynamisch zum weißen Gold. Zeitschrift: "natur", Nr. 3, p. 32-38
- GÖTZ, B. (1951): Die Sexualduftstoffe an Lepidopteren. Experienta 7, 406 p.
- GROSE, L. (1995): Designing for an organic cotton future. In: A Cotton Reader, The Cotton Chain, linking sustainable agriculture and fair trade. Published by the Pesticide Trust, p. 9 - 11, London
- GROSSMAN, J. (1990): Horticultural Oils: New Summer Uses on Ornamental Plant Pests. IPM Practitioner, 12 (8), Bio-Integral Resource Center (BIRC), Berkeley, USA, August 1990
- GROSSMAN, J. (1990): Spiders for Biological Control. Entomological Society of America's 1989 Annual Meeting IPM Highlights - Part Six. IPM Practitioner, 12 (8), Bio-Integral Resource Center (BIRC), Berkeley, USA, August 1990
- GROSSMAN, J. (1992): Botanical Pesticides in Africa. IPM Practitioner 15 (1), p. 1-9, Bio-Integral Resource Center (BIRC), Berkeley, USA, Jan. 1993
- GESELLSCHAFT FÜR TECHNISCHE ZUSAMMENARBEIT (2001): GTZ Themen: Pflanzen- und Nachernteschutz: Seite 1 von 1 unter:
<http://www.gtz.de/themen/ebene3.asp?Thema=105&ProjectId=205&spr=1>

- GUTSCHALK, B. (1996): Baumwollbausch statt Drogenrausch. Öko-Test-Magazin 9, p. 82 - 83
- HILL, D. S. (1983): Agricultural insect pests and their control. 746 p., second edition, Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom
- HOLLDÖBLER, B. & E. O. WILSON (1990): The ants. Berlin, Heidelberg, London, Paris, Tokyo, Springer Verlag
- HORN, A. (1994): Current Status of Entomopathogenic Nematodes. IPM Practitioner, **16** (3), Bio-Integral Resource Center (BIRC), Berkeley, USA, March 1994
- HUMMEL, H. E., L. K. GASTON, H. H. SHOREY, R. S. KAAE, K. S. BURNE & R. M. SILVERSTEIN (1973): Clarification of the chemical status of the Pink Bollworm sex pheromone. Science **181**, p. 873 - 875
- HURLBERT, S. H. (1984): Pseudoreplication and the design of ecological field experiments. Ecological Monographs **54** (2), p. 187-211
- INTERNATIONAL COTTON ADVISORY COMMITTEE (1994): Organic Cotton Production - II, no author named. ICAC Recorder, p. 5 - 9
- IFOAM (1994): Regional Focus - Ecology and Farming, p. 15-16. No author, Nov. 1994
- INGRAM, W. R. (1994): Pectinophora (Lepidoptera: Gelechiidae). In: Insect pests of cotton. Eds.: Matthews, G. A. & J.P. Tunstall, p. 107-149, CAB International, Wallingford
- IPM - PROJECT (1999): Baseline Survey - Analysis and Results, Department of Agriculture, Fayoum, Egypt, unpublished, 1999
- IVBIJARO, M. F. & H. AGBAJE (1986): Insecticidal activities of Piper guineense and Capsicum species on the cowpea bruchid, *C. maculatus*. Insect Sci. Applic. **7**, p. 521-524, ICIPE Science Press, Kenya
- JACOBSEN, M. (1972): Insect Sex Pheromones, Academic Press, 382 p., New York and London
- JANSEN, H. - G. (1994): Integrated Cotton Production in Nicaragua. In: Proceedings of the Conference Cotton Connection, Hamburg, 25. - 26. November, published by Pestizid Aktions-Netzwerk (PAN) International
- JAVOID, I. & M.A.T. POSWAL (1995): Evaluation of certain spices for the control of *Callosobruchus maculatus* (Fabricius) (Coleopter: Bruchidae) in cowpea seeds. African Entomology **3**, No. 1
- JAVOID, I. (1995): Cultural Control Practices in Cotton Pest Management in Tropical Africa. Journal of Sustainable Agriculture **5** (1/2), p. 171-185. The Haworth Press, Inc.
- JEPSON, P. C. (1989): Pesticides and Non-target Invertebrates. 240 p., Intersept Ltd., Dorset, England
- KAISER, M (1996): Baumwolle Ägypten Sektoranalyse. Published and Distributed by CSPP. Project Report No.: 25 (German), Cairo, Egypt
- KAYITARE, J. & L. NTEZURUBANZA (1991): Evaluation de la toxicité et de l'effet répulsif de certaines plantes du Rwanda contre les bruches du haricot: *Acanthoscelides obtectus* (Say) et *Zabrotes subfasciatus* (Boheman). Insect Sci. Applic. **12** (5/6), p. 695-697, ICIPE Science Press, Kenya

- KIBATA, G. N. (1989): The Need for Integrated Pest Management on Cotton in Kenya. In: Proceedings of the International Conference on Integrated Pest Management in tropical and subtropical cropping systems **2**, p. 421-434. Bad Dürkheim, Germany, 8-15. Feb. 1989
- KLONSKY, K., L. TOURTE, S. SWEZEY AND D. CHANEY (1995): Production practices and sample costs for organic cotton - Northern San Joaquin Valley. University of California Cooperative Extension
- KNIPLING, E. F. (1969): Alternate methods of controlling insect pests. Food Drug Admin. Paper **3** (1), 16 p.
- KÖHLER, W., G. SCHACHTEL & P. VOLESKE (1984): Biometrie - Einführung in die Statistik für Biologen und Agrarwissenschaftler. 255 p., Springer Verlag, Heidelberger Taschenbücher Band 234
- KOLLAT-PALENGA, I. & TH. BASEDOW (2000): Aphid feeding of predatory Staphylinidae on different strata (soil surface and wheat seedlings) in laboratory experiments. Journal of Plant Diseases and Protection **107** (6), p. 643-648
- KOSTANDY, S. N. (1995): The simultaneous effect of early using of insecticides on cotton pests and its related natural enemies. Annals of Agricultural Science **40** (2), p. 877-889, Cairo, Egypt
- KOWALEWSKI, A. & A. SCHMITT (1993): Pflanzenextrakte und ihre Verwendung in der Phytomedizin. Gesunde Pflanzen, 45. Jahrg., Heft **2**, p. 43-46
- KRENZ, R. D. (1999): Liberalisation of Cotton Marketing in Egypt: The Situation in the 1998 - 99 Season. CSPP Project Report No.: 66, Cairo Egypt, May, 1999
- KRANZ, J., H. SCHMUTTERER & W. KOCH (1979): Krankheiten, Schädlinge und Unkräuter im tropischen Pflanzenbau. 723 p., Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg
- KRIEG, A. & J. M. FRANZ (1989) Lehrbuch der biologischen Schädlingsbekämpfung. S. 217 - 220, Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg, Deutschland
- LALE, N. E. S. (1993): A laboratory assessment of the effectiveness of four storage devices and *Capsicum frutescens* in the abatement of infestation of stored cowpeas by *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Bruchidae). Journal of African Zoology **107** (1), p. 39-43. AGAR Publishers, Port Harcourt, Nigeria
- MAKKAR, A. W. & S. N. KOSTANDY (1995): Relationship between spiny bollworm males attracted to pheromone traps and larval infestation in cotton bolls. Annals of Agricultural Science **33** (4), p. 1529-1538, Moshtohor, Egypt
- MATTHEWS, G. A. (1991): Cotton growing and IPM in China and Egypt. Crop Protection **10**, p. 83-84
- MATTHEWS, G. A. (1993): Decrease of Pesticide Use on Cotton in Usbekistan. Pesticide News 20, published by The Pesticide Trust, London, June 1993
- MCKINLAY, R. G. & M. MCCREATH (1995): Some biological alternatives to synthetic insecticides for sustainable agriculture. Pesticide Outlook, p.31-35, April 1995
- MERCKENS, G. (1996): Das biologisch-dynamische System der ökologischen Baumwollkultur. System-Brief Baumwolle, Trobis-Landbausysteme e. V., Ulm, Deutschland

- MERCKENS, G., A. EL ARABY, T. H. EL MOITY & Y. AFIFI (1993): Zur praxis biologisch-dynamischer Baumwollkultur in Ägypten. *Lebendige Erde* **5** (Pflanzenbau), p.284-288
- MICROSOFT (1999): Microsoft Encarta Weltatlas: <http://www.encarta.msn.com>
- MOAWAD, G. M., A. A. H. AMIN & A. M. HOSSAIN (1994): Spatial distribution patterns of two cotton bollworms, *Pectinophora gossypiella* and *Earias insulana* in Fayoum, Egypt. *Annals of Agricultural Science* **39** (2), p. 805-813, Cairo, Egypt
- MONSARRAT, A., S. ABOL-ELA, I. ABDEL-HAMID, G. FEDIERE, G. KUHL, M. EL-HUSSEINI & J. GIANOTTI (1995): A new RNA picorna-like virus in the cotton pink bollworm *Pectinophora gossypiella* (Lep.: Gelechiidae) in Egypt. *Entomophaga* **40** (1), p. 47-54, Giza, Egypt
- MÜHLENBERG, M. (1993): *Freilandökologie*, 3. überarb. Auflage, Heidelberg; Wiesbaden: Quelle und Meyer, 512 p.
- MUNRO, J. M. (1987): *Cotton*, second edition (Tropical agricultural series). Longman Group Ltd., 419 p., Essex, United Kingdom
- MYERS, D. (1999): Organic Cotton: A more sustainable approach. In: *Organic Cotton - From Field to Final Product*, by D. Myers & S. Stolton (Editors). Intermediate Technology Publications, p. 1 - 20, London
- MYERS, D. & S. STOLTON (1999): *Organic Cotton - From Field to Final Product*. 267 p., Intermediate Technology Publications, London, United Kingdom
- NAIK, M. I., S. LINGAPPA & C. P. MALLAPUR (1996): Monitoring pink bollworm, *Pectinophora gossypiella* (Saunders) using pheromone trap. *Mysore Journal of Agricultural Sciences* **30** (1), p. 43-47, India
- OERKE, E.-C., H.-W. DEHNE, F. SCHÖNBECK, A. WEBER (1994): *Crop Production and Crop Protection. Estimated losses in major food and cash crops*, 808 p., Elsevier, Amsterdam, Holland
- ONU, I. & M. ALIYU (1995): Evaluation of powdered fruits of four peppers (*Capsicum* spp.) for the control of *C. maculatus* (F) on stored cowpea seeds. *International Journal of Pest Management*, **41** (3), p. 143-145
- OSWALD, A. & J. SAUERBORN (1995): Ökologische Wirtschaftsweise - eine Nische in der Baumwollproduktion. *Der Tropenlandwirt, Beiträge zur tropischen Landwirtschaft und Veterinärmedizin*, 96. Jahrg., p. 127-140, Okt. 1995
- PAN (1994): PESTIZID AKTIONS NETZWERK: Pestizid Brief Nr. 11, S. 1-2, PAN, Hamburg, Deutschland, Nov. 1994
- PLEYDELL-BOUVERIE, J. (1994): Cotton without chemicals. *New Scientist*, p. 25-29, 24. September 1994
- PÜLSCHEN, L., R. KASKE & J. SAUERBORN (1994): Pesticide use in Egypt, ist ecological impact mitigative measures. *J. Plant Diseases and Protection* **101**, p. 303-315
- QUARLES, W. (1993): Alternatives to Methyl Bromide: Trichoderma Seed Treatments. *IPM Practitioner*, **15** (9), p. 1-7., Bio-Integral Resource Center (BIRC), Berkeley, USA, Sept. 1993
- QUARLES, W. (1995): Grow Pesto for Your Pests! *Common Sence Pest Control*, **11** (3), Bio-Integral Resource Center (BIRC), Berkeley, USA, Summer 1995

- QURESHI, Z. A. & N. AHMED (1991): Monitoring seasonal population fluctuation of spotted and spiny bollworms by synthetic sex pheromones and its relationship to boll infestation in cotton. J. Appl. Ent. **112**, p. 171-175, Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin
- RAJENDRAN, T. P. & O. M. BAMBAWALE (1994): IPM Strategies for Rainfed Cotton Cultivation in Central India. In: Proceedings of the Conference Cotton Connection, Hamburg, 25. - 26. November, published by Pestizid Aktions-Netzwerk (PAN) International
- RAY, D. E. (1991): Pesticides Derived from Plants and Other Organisms. In: Handbook of Pesticide Toxicology, Vol. **2** (13), Classes of Pesticides, p. 585-636. Academic Press, Inc., United Kingdom
- REHM, S. & G. ESPIG (1984): Die Kulturpflanzen der Tropen und Subtropen. 2. Auflage, Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart
- REINECKE, P., W. ANDERSCH, K. STENZEL & J. HARTWIG (1990): Bio 1020, a new microbial insecticide for use in horticultural crops. Proceedings of the Brighton Crop Protection Conference - Pest and Diseases, **2-5**, p. 49-54
- REYNOLDS, H. T., P. L. ADKISSON, R. F. SMITH & R. E. FRISBIE (1975): Cotton Insect Pest Management. In: Introduction To Insect Pest Management, second edition, chapter 11, p. 375-441. Eds.: Metcalf, R. L. & W. H. Luckmann. Wiley Interscience
- RIED, M. (1997): Von der Kunst, Baumwolle ohne Chemie zu ernten. 29 p., Pestizid Aktions Netzwerk (PAN) e. V., Kampagne Cotton Connection, Hamburg Deutschland
- RIMMINGTON, A. (1994): Russia invests in Biopesticide Production. Microbiology Europe, Vol. **2** (5), p. 12-13, September / October 1994
- ROBERTS, M. J. (1987): The Spiders of Great Britain and Ireland, Vol. 2, Lynphiidae. 204 p., Harley Books, Colchester, Essex, England
- ROPEK, D. & M. JAWORSKA (1994): Effect of an entomopathogenic nematode, *Steinernema carpocapsae* (Weiser) (Nematoda: Steinernematidae), on carabid beetles in the field trials with annual legumes. Anz. Schädlingsskde., Pflanzenschutz, Umweltschutz **67**, p. 97-100
- ROSENHEIM, J. A., L. R. WIHOIT, P. B. GOODELL, E. E. GRAFTEN-CARDWELL & T. F. LEIGH (1997): Plant compensation, natural biological control, and herbivory by *Aphis gossypii* on pre-reproductive cotton: the anatomy of a non-pest. Entomologia Experimentalis et Applicata **85**, p. 45-63
- RUSSEL, R. A. & S. M. RADWAN (1993): Modelling pink bollworm mating disruption in Egyptian cotton. Int. Org. Biol. Control West Palearct. Reg. Sect. Bull., **16** (10), p. 268 - 275
- SABERSKY, A. (1994): Maschen groß in Mode. In: Öko-Test Magazin, Nr. **9**, p.29-39, Frankfurt
- SAINI, R. K. & R. SINGH (1999): Host plant preference for oviposition by the spiny bollworm *Earias insulana* Boisd. (Lep., Noctuidae). J. Appl. Ent. **123**, p. 241-245
- SALAMA, H. S., F. N. ZAKI, S. SALEM & M. RAGAEI (1995): The use of *Bacillus thuringiensis* to control two lepidopterous insect pests (*Agrotis ypsilon* and *Spodoptera littoralis*). Anz. Schädlingsskde., Pflanzenschutz, Umweltschutz **68**, p. 15-17

- SALAMA, H. S., S. SALEHM, F. N. ZAKI & M. MATTER (1990): Control of *Agrotis ipsilon* (Hufn.) (Lep.: Noctuidae) on some vegetable crops in Egypt using the microbial agent *Bacillus thuringiensis*. Anz. Schädlingsskde., Pflanzenschutz, Umweltschutz **63**, p 147-151
- SCHARF, A (1995): Baumwollerzeugung und nachhaltige Landnutzung - ein Gegensatz? Weltweite Betrachtungen zur Nachhaltigkeit des Baumwollanbaus. Diplomarbeit im Fachbereich Landwirtschaft der Gesamthochschule Kassel, Witzenhausen
- SCHMUTTERER, H. (1992): Higher Plants as Source of Novel Pesticides. In: Insecticides: Mechanism of Action and Resistance (1), p. 3-15. Eds.: Otto, D. & B. Weber. Intercept Ltd, Andover, Hants, United Kingdom
- SCHUBERT, T. (1994): So kommt das Gift in die Jeans, immer höherer Baumwollertrag durch mehr Pestizideinsatz / Baumwollarbeiter sind die Leidtragenden. Die Tageszeitung, S. 7, 28 Nov. 1994
- SENGONÇA, C. (1982): The principal cotton pests and their economic thresholds in the Kilikien Plain in Southern Turkey. Entomophaga **27**, p. 51-56
- SIMMONDS, M. S. J., H. C. EVANS & W. M. BLANEY (1992): Pesticides of the Year 2000: Mycochemicals and Botanicals. In: Pest Management and the Environment in 2000 (10). Eds.: A. A. S. A. Kadir & H. S. Baslow. CABI, Wallingford
- SOUTHWOOD, T. R. E. (1978): Ecological Methods - with particular reference to the study of insect populations. 524 p., Chapman and Hall, London, John Wiley & Sons, New York
- SRINIVASAN, K., P. N. KRISHNA MOORTHY & T. N. RAVIPRASAD (1994): African marigold as a trap crop for the management of the fruit borer *Helicoverpa armigera* on tomato. International Journal of Pest Management, **40** (1), p. 56-63
- STEIN, U. & F. KLINGAUF (1990): Insecticidal effects of plant extracts from tropical and subtropical species - Traditional methods are good as long as they are effective. J. Appl. Ent. **110**, p. 160-166
- STEINER, K. G. (1984): Intercropping in tropical smallholder agriculture with special reference to West Africa. Schriftenreihe GTZ (Eschborn) **137**, 304 p.
- STERLING, W. L., K. M. EL-ZIK & L. T. WILSON (1989): Biological control of pest populations. In: Integrated pest management systems and cotton production, Eds.: Frisbie, R. E. et al., p. 155-189, John Wiley & Sons, Inc., USA
- STRAUSS, S. Y. (1991): Indirect effects in community and ecology: Their definition, study and importance. Tree **6** (7), 206-210
- SYKORA, E. (1996): Öko-Flocken aus Peru. Globus **6**, S. 58 - 61, veröffentlicht durch Pro Trade, Eschborn, Deutschland
- THE PESTICIDE TRUST (1994): Background Paper to the cotton Project, Pesticides and Cotton - the Problem, no author named. Published by The Pesticide Trust, London, November 1994
- THIAM, A. (1994): The Pesticide Trust Cotton Project - Discussion Document Number 1: Senegal. By the Pesticide Trust as a part of its Pesticides, Cotton and Development. PESTIZID AKTIONEN NETZWERK, unpublished, January 1994
- TON, P. & S. D. VODOUHE (1995): Cotton production in Benin - the need for a more sustainable system. In: A Cotton Reader, The Cotton Chain, linking sustainable agriculture and fair trade. Published by the Pesticide Trust, p. 14, 15 & 19, London

- TON, P., N. BOONE, D. IMHOFF, K. SWEENEY (1999): The market for organic cotton. In: Organic Cotton - From Field to Final Product, Eds: MYERS & STOLTON. 267 p., Intermediate Technology Publications, London, United Kingdom
- TOWNSEND, T. (1997): World Cotton Outlook. International Cotton Advisory Committee (ICAC), Proceedings of the 73rd Annual Convention of the American Crop Shippers Association, 22-24 May, The Greenbrier, West Virginia, USA
- TRAUTNER, J. & K. GEIGENMÜLLER (1987): Sandlaufkäfer / Laufkäfer, illustrierter Schlüssel zu den Cicindeliden und Carabiden Europas (deut. / engl.). 488 p., Verlag J. Margraf, Aichtal, Deutschland
- TREEN, A. J (1997): Proposed Strategies for Cotton Pest Management - 1997 Season. Egyptian German Cotton Sector Promotion Program (GTZ), Cairo, Egypt
- TREEN, A. J. & H. BURGSTALLER (1996): The Introduction of Integrated Pest Management in Egyptian Cotton. 1991-95. Info-Broschüre, GTZ no. **1/96**, Abteilung 423. Eschborn: GTZ
- VAN ELZAKKER, B. (1999): Organic Cotton Production. In: Organic Cotton, from field to final product, Eds.: Dorothy Meyers and Sue Stolton, 267 p., Intermediate Technology Publications, London, United Kingdom
- VAN ESCH, M. F. C. A. M. (1994): Organic Cotton Production: Current Situation and Outlook. In: Proceedings of the Conference Cotton Connection, Hamburg, 25. - 26. November, published by PAN International
- VASSAYRE, M., J. CAUQUIL & P. SILVIE (1995): Protection Phytosanitaire du cotonnier en Afrique tropicale. In: Agriculture et Développement, N° **8**, p. 3-58. Montpellier Cedex 1, France, Dez. 1995
- VODOUHE, S. D. & P. TON (1995): Towards the Production of Organic Cotton in Benin: Setting an Agenda, Seminar on "Organic Cotton in praxis-Problems and strategies in means of selected country reports" within the PAN Campaign Cotton Connection, Erfurt, 5. - 6. December 1995
- VOSS, G. & B. J. MIFLIN (1994): Biocontrol in Plant Protection: Ciba's Approach. Pesticide Outlook, p. 29-34, April 1994
- VREELAND, J. M. JR. (1993): Naturally colored and organically grown cottons - Anthropological and historical perspectives. Proceedings of the Beltwide Cotton Conference, Joint Session: Economics / Textile, p. 1533-1536, National Cotton Council of America, Memphis, USA
- WEBER, C. (1994): Cotton and Pesticides. In: Proceedings of the Conference Cotton Connection, Hamburg, 25. - 26. November, published by Pestizid Aktions-Netzwerk (PAN) International
- WIJERATNE, M. & I. R. N. ABYDEERA (1996): Sri Lanka: IPM and extension - Farmer practice and farmer attitudes in integrated pest management. The rural extension Bulletin **9**, p. 24-29, April 1996
- WISEMAN, B. (1993): Organic Cotton Production in The Texas High Plains. Proceedings of the Beltwide Cotton Conference, Cotton Soil Management and Plant Nutrition, p. 1376-1378, National Cotton Council of America, Memphis, USA
- WYNIGER, R. (1962): Pests of Crops in Warm Climates and Their Control, p. 403-427. Verlag für Recht und Gesellschaft AG., Basel, Schweiz

ZIMMERMANN, G. (1992): Biological control of insects by viruses and entomopathogenic fungi. In: Agriculture and environmental Biotechnology: Biodiagnosis, Biocontrols, Bioprocesses. Edizioni M. A. E. Servizi, Torino, Italy

ZIMMERMANN, G. (1993): The Entomopathogenic Fungus *Metarhizium anisopliae* and its Potentials as a Biocontrol Agent. Pestic. Sci. **37**, p. 375 - 379

Liste konsultierter Internetseiten zum Thema "organic cotton":

<http://www.organic-research.com/research/Papers/cotton.asp>

<http://www.panna.org/panna/campaigns/cotton.html>

<http://www.pan-uk.org/Cotton/pubindex.htm>

<http://www.sustainablecotton.org/BASIC>

<http://www.ota.com/>

http://www.arc.agric.za/institutes/iic/main/event_2003.doc

<http://www.simplelife.com/organiccotton/directoryORG.html>

<http://www.ibiblio.org/farming-connection/links/organic.htm>

<http://www.icac.org/icac/meetings/wcrc/wcrc3brochure.pdf>

http://www.igc.org/panna/resources/_pestis/ PESTIS.burst.18.html

<http://www.fao.org/organicag/doc/zimbabwe.htm>

http://www.isis.vt.edu/~fanjun/text/Link_pest12.html

<http://www.organic-research.com/research/Papers/index.asp>

<http://www.envirolink.netforchange.com/>

<http://www.ifoam.org/links/4.html>

<http://www.gtz.de/organic-agriculture/en/link/link.html>

<http://www.cirad.fr/presentation/en/program-eng/ pdf-eng/cotton.pdf>

<http://www.ciks.org/cotton.html>

<http://www.nri.org/IPMForum/ipmwd/issue1/iss10001.htm>

<http://www.sekem.com/agriculturedev.html>

<http://www.pedagonet.com/other/pest2.html>

<http://www.cgiar.org/spipm/2coord/ngoOBEP.pdf>

Weitere links zu Internetseiten mit Informationen zu ökologischen Baumwolle finden sich unter <http://www.google.com> bei Verwendung folgender Suchwörter: "organic", "cotton", "research", usw.

Tab. A: Errechnete Klimadaten sind Durchschnittswerte für Mittelägypten

	Ø Höchstwert (°C)	Ø Tiefstwert (°C)	Höchster Wert (°C)	Niedrigster Wert (°C)	Ø Taupunkt (°C)	Ø Niederschlag (mm)
Januar	19,7 ± 3,5	8,3 ± 2,8	31,4 ± 3,5	0,0 ± 0,0	5,0 ± 1,4	25,4
Februar	21,7 ± 4,2	9,7 ± 0,7	35,6 ± 4,2	0,0 ± 0,0	4,4 ± 1,4	25,4
März	25,6 ± 7,1	12,8 ± 1,4	40,6 ± 8,5	1,9 ± 2,1	5,8 ± 2,1	12,7
April	30,8 ± 7,8	16,7 ± 4,2	44,4 ± 4,2	6,1 ± 2,8	6,9 ± 2,1	12,7
Mai	34,7 ± 7,8	19,7 ± 4,9	46,9 ± 7,8	12,5 ± 0,7	9,2 ± 3,5	0,0
Juni	36,9 ± 7,8	22,8 ± 4,2	46,4 ± 3,5	15,6 ± 1,4	12,2 ± 5,7	0,0
Juli	36,9 ± 7,8	23,9 ± 4,2	44,2 ± 4,9	17,5 ± 0,7	15,0 ± 7,1	0,0
August	36,1 ± 7,1	23,6 ± 3,5	43,6 ± 6,4	18,9 ± 0,0	15,6 ± 7,1	0,0
September	34,7 ± 6,4	21,9 ± 3,5	43,9 ± 0,0	16,7 ± 1,4	14,7 ± 4,9	0,0
Oktober	31,7 ± 5,7	19,2 ± 2,1	40,6 ± 4,2	5,0 ± 12,7	13,1 ± 3,5	0,0
November	25,6 ± 4,2	13,9 ± 1,4	36,1 ± 2,8	1,7 ± 1,4	9,7 ± 2,1	12,7
Dezember	21,1 ± 4,2	9,7 ± 2,1	31,1 ± 7,1	0,0 ± 0,0	6,9 ± 0,7	0,0

Quelle: <http://www.nwp.gov.eg>

Tab. B: Bodenanalysen aus dem Untersuchungsgebiet Gouverorat Fayoum

	Biologisch-Dynamisch ^a				Konventionell ^b
	Probe 1	Probe 2	Probe 3	Probe 4	Probe 5
Sand (%)	54,4	52,4	51,6	50,4	52,4
Schluff (%)	36,4	28,4	36,4	32,4	28,4
Ton (%)	9,2	19,2	12,0	17,2	19,2
PH Wert	8,6	8,6	8,4	8,5	8,6
K ₂ O	526,0	599,0	566,0	599,0	675,5
P ₂ O ₅	26,0	29,0	27,0	28,0	10,5
N	niedrig	niedrig	niedrig	niedrig	hoch
SO ₄ ²⁻ ^c	0,19	0,05	0,05	0,62	0,36
Cl ⁻ ^c	1,4	2,0	2,5	1,4	1,5
CO ₃ ²⁻ ^c	0,8	0,8	0,7	0,7	0,8
K ⁺ ^c	0,09	0,15	0,15	0,12	0,16
Na ⁺ ^c	1,8	1,8	1,9	1,8	1,8
Mg ⁺ ^c	0,2	0,5	0,7	0,3	0,4
Ca ²⁺ ^c	0,3	0,3	0,5	0,5	0,3
Ca ₂ CO ₃ ^d	6,2	5,0	6,6	5,4	3,7
E. c. ^e	0,5	0,6	0,9	0,5	0,5
Bodentyp	Sandig, toniger Schluff	Sandiger Schluff	Sandig, toniger Schluff	Sandig, toniger Schluff	Sandiger Schluff

^a Biologisch-dynamische Anbauweise im Dorf Sakaran (Proben von vier verschiedenen Feldern)^b Konventioneller Anbau im Dorf Talaat (verschiedene Proben von einem Feld gemischt)^c Dargestellt in mg / 100 g Boden^d Lösliches Calciumcarbonat^e Elektrische Leitfähigkeit in mmol / cl

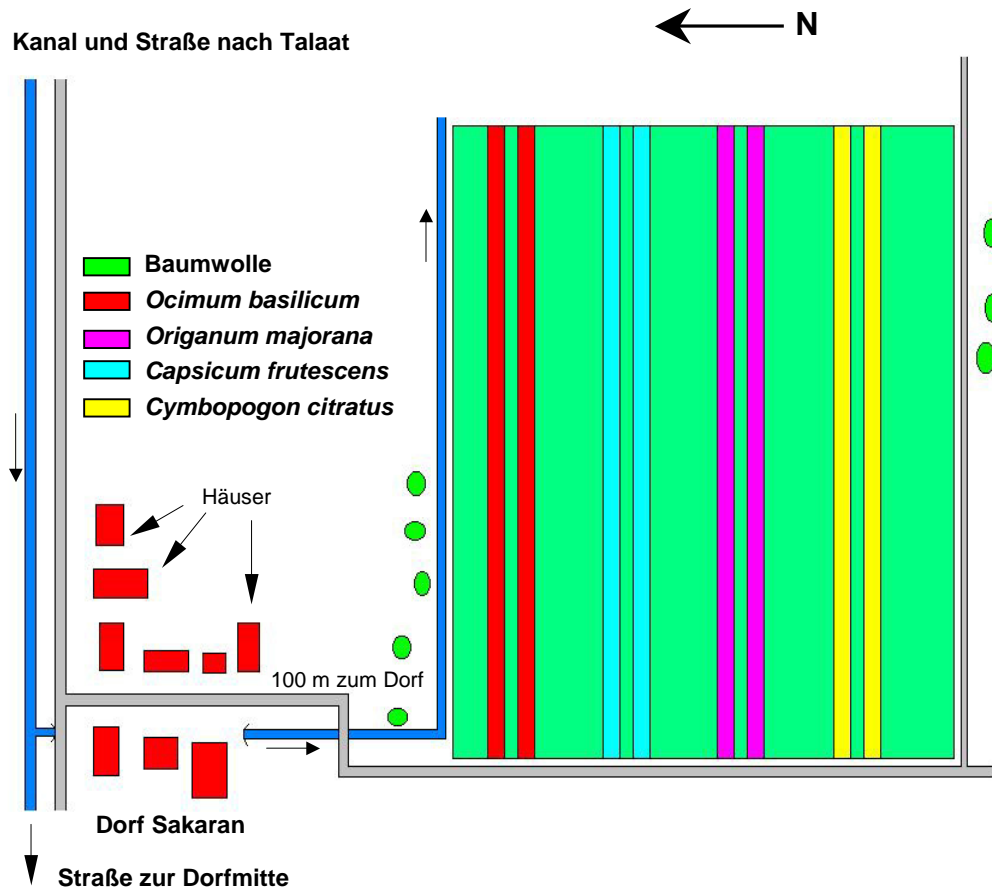


Abb. A: Streifenanbau 1998, Block A (1. Wiederholung)

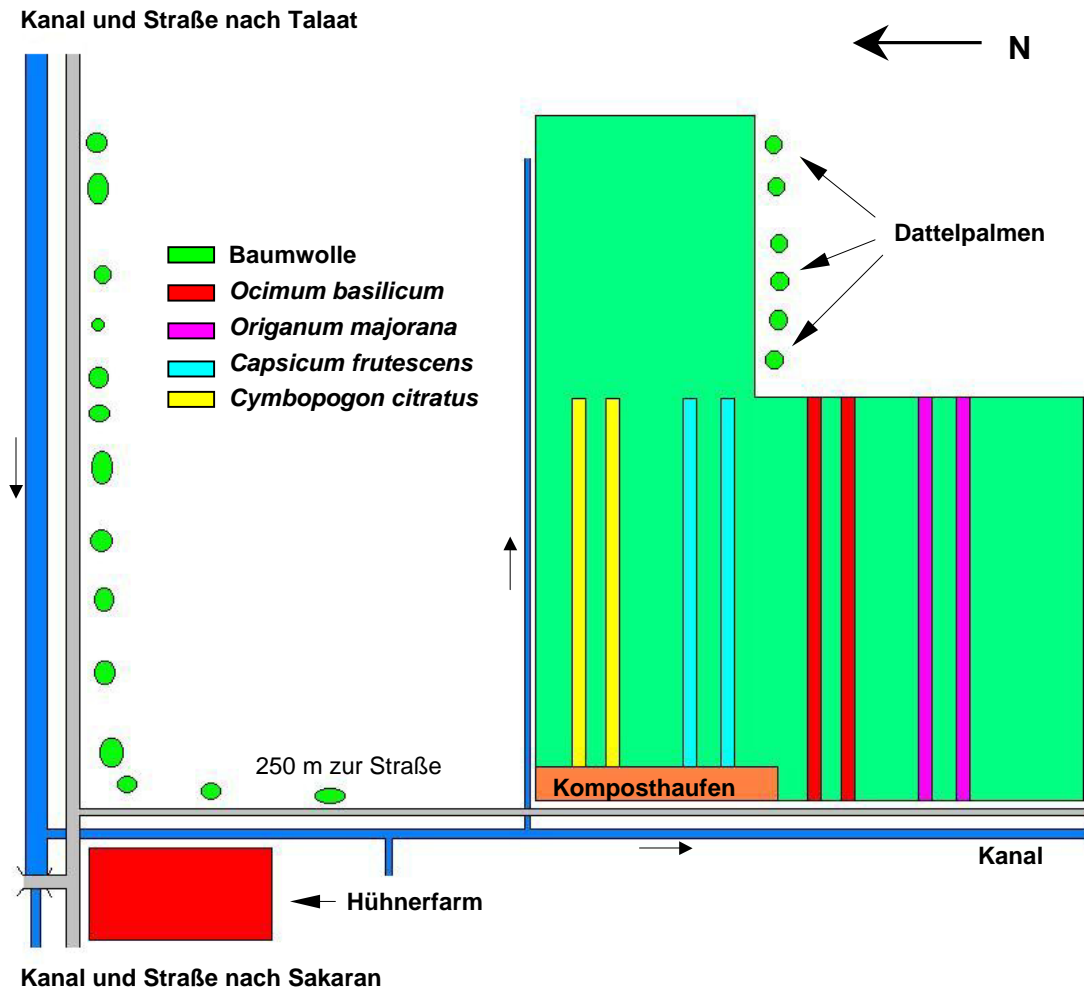


Abb. B: Streifenanbau 1998, Block B (2. Wiederholung)

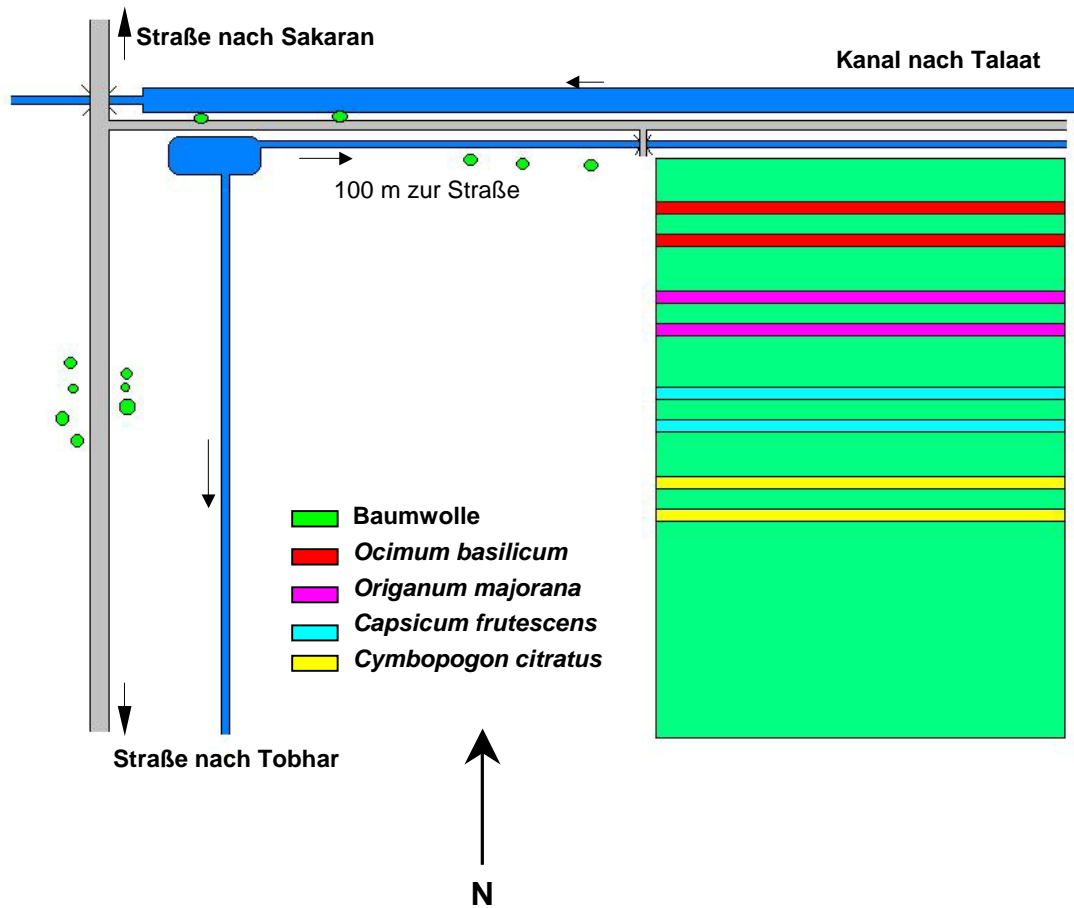


Abb. C: Streifenanbau 1998, Block C (3. Wiederholung)

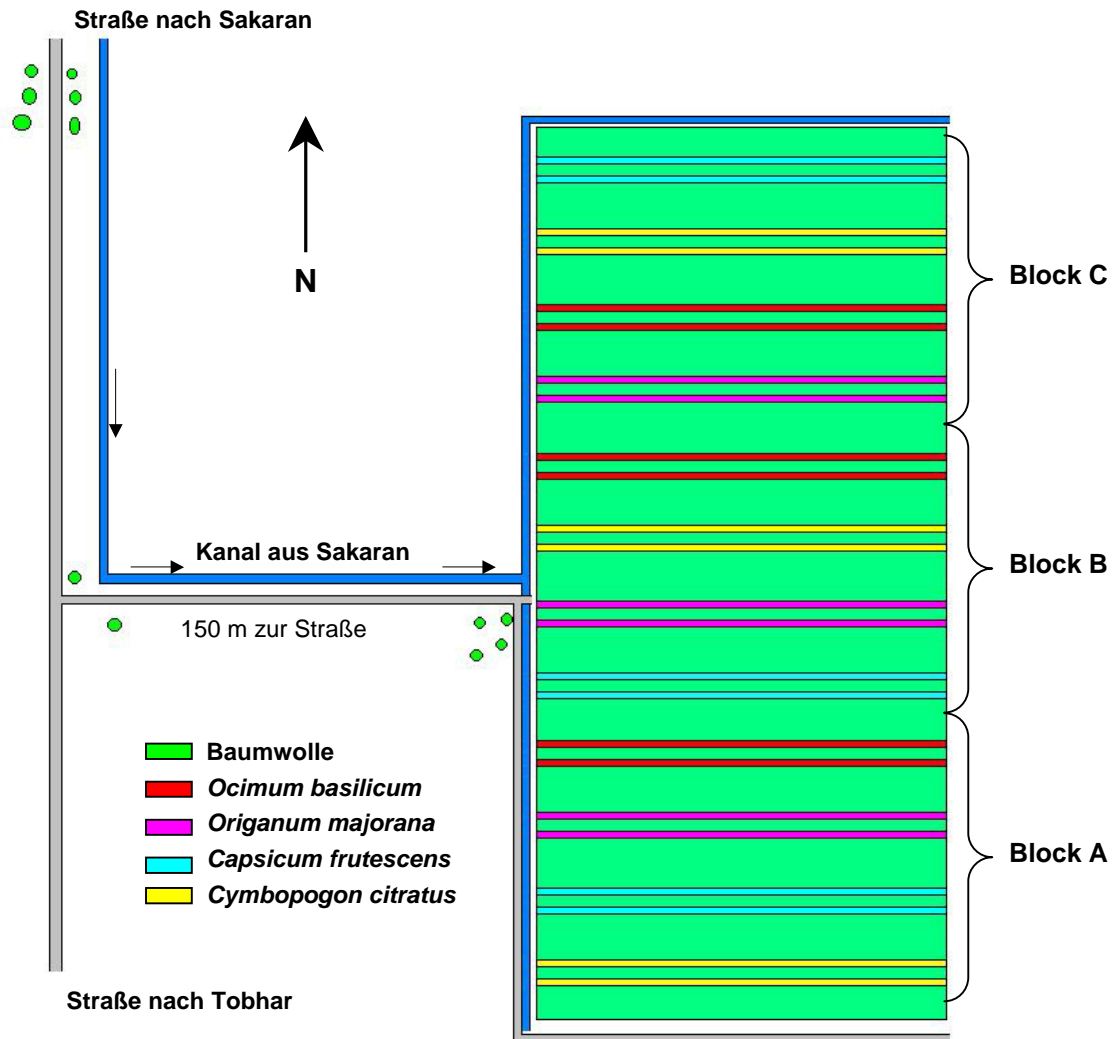
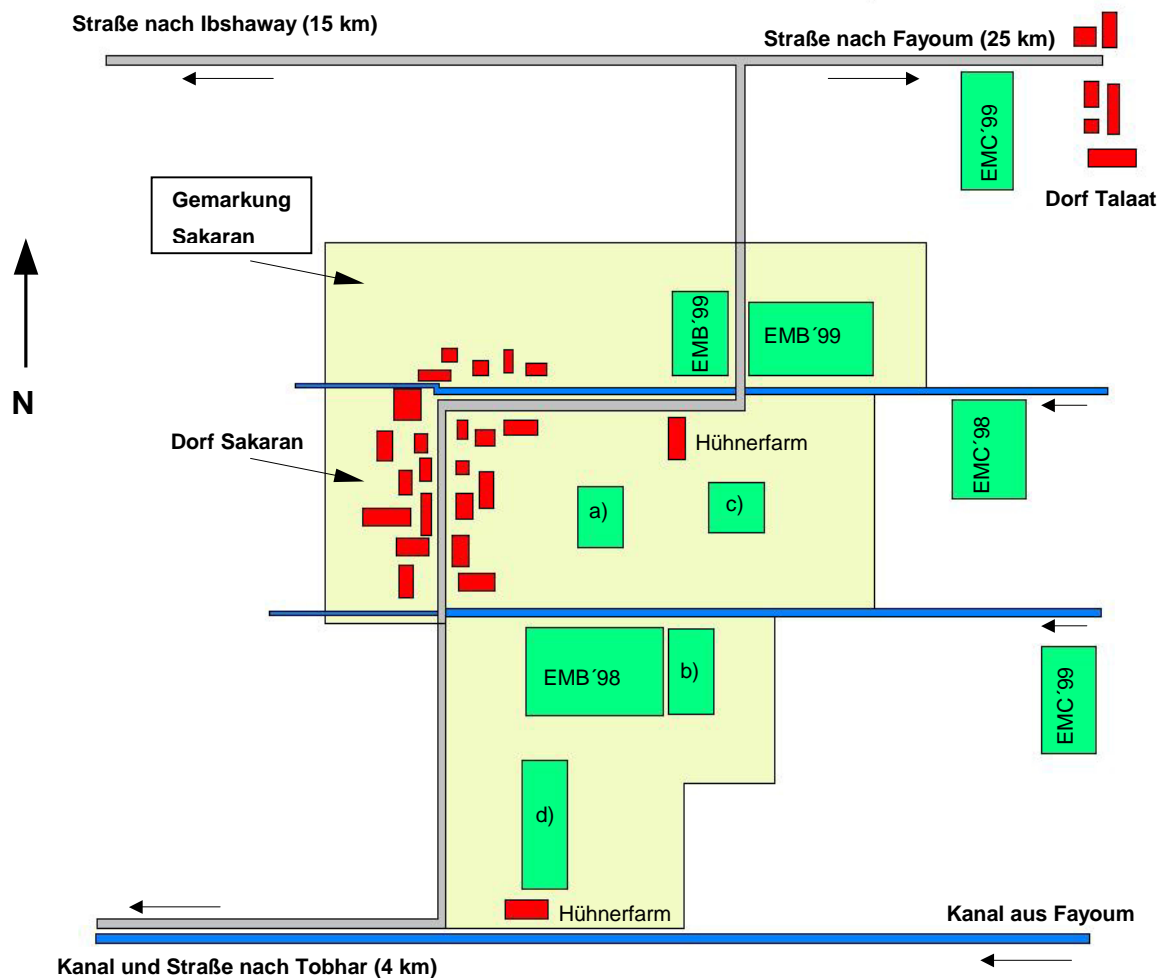


Abb. D: Streifenanbau 1999, Blöcke A, B, C (drei Wiederholungen in einem Feld).



- a) Streifenversuch 1998, Block A (1. Wiederholung, siehe Abb. A, Seite III)
- b) Streifenversuch 1998, Block B (2. Wiederholung, siehe Abb. B, Seite IV)
- c) Streifenversuch 1998, Block C (3. Wiederholung, siehe Abb. C, Seite V)
- d) Streifenversuch 1999, Blöcke A, B, C (1. Wiederholung, siehe Abb. D, Seite VI)
- EMB '98 Öko-Monitoring im biologischen Baumwollanbau, 1998
- EMC '98 Öko-Monitoring im konventionellen Baumwollanbau, 1998
- EMB '99 Öko-Monitoring im biologischen Baumwollanbau, 1999
- EMB '99 Öko-Monitoring im konventionellen Baumwollanbau, 1999

Abb. E: Lageplan der Versuchsflächen in und um die Gemarkung Sakaran

Tab. C: Zusammenfassung der Barberfallenfangergebnisse in Kba- und Konv. Baumwolle in den Jahren 1998 und 1999

Baumwolle aus kontrollier biologischem Anbau (KbA)						
1.Wiedholung 1998				1. Wiederholung 1999		
Nützlinge	Summe	Mittelwert	Stabw.	Summe	Mittelwert	Stabw.
Gryllidae	1134	12,6	113,4	1801	22,5	180,1
Araneae	2211	24,6	221,1	2004	25,1	200,4
Formicidae	134	1,5	13,4	765	9,6	76,5
Carabidae	320	3,6	32,0	277	3,5	27,7
Dermaptera	19	0,2	1,9	183	2,3	18,3
Staphylinidae	42	0,5	4,2	32	0,4	3,2
Chilopodae	9	0,1	0,9	6	0,1	0,6
Summe	3869			5068		

Baumwolle aus kontrollier biologischem Anbau (KbA)						
2.Wiedholung 1998				2. Wiederholung 1999		
Nützlinge	Summe	Mittelwert	Stabw.	Summe	Mittelwert	Stabw.
Gryllidae	954	10,6	95,4	1429	21,2	148,7
Araneae	3002	33,4	300,2	1433	21,3	149,3
Formicidae	197	2,2	19,7	1013	15,6	108,9
Carabidae	357	4,0	35,7	151	2,3	16,0
Dermaptera	14	0,2	1,4	28	0,4	2,9
Staphylinidae	54	0,6	5,4	32	0,5	3,4
Chilopodae	2	0,0	0,2	2	0,0	0,2
Summe	4580			4088		

Baumwolle aus konventionellem Anbau (Konv.)						
1.Wiedholung 1998				1. Wiederholung 1999		
Nützlinge	Summe	Mittelwert	Stabw.	Summe	Mittelwert	Stabw.
Gryllidae	3603	36,4	15,3	2291	29,1	12,5
Araneae	2073	21,5	12,7	2204	27,8	13,0
Formicidae	1261	12,7	14,9	1759	22,1	20,8
Carabidae	323	3,3	1,8	312	4,0	1,4
Dermaptera	4	0,0	0,1	11	0,1	0,3
Staphylinidae	39	0,4	0,4	70	0,9	0,7
Chilopodae	19	0,2	0,3	25	0,3	0,2
Summe	7322			6672		

Baumwolle aus konventionellem Anbau (Konv.)						
2.Wiedholung 1998				2. Wiederholung 1999		
Nützlinge	Summe	Mittelwert	Stabw.	Summe	Mittelwert	Stabw.
Gryllidae	4139	42,8	20,7	2374	33,9	30,5
Araneae	2282	23,2	13,9	1960	28,0	24,2
Formicidae	927	9,7	5,4	1488	21,3	19,1
Carabidae	255	2,6	1,8	185	2,6	2,1
Dermaptera	14	0,1	0,2	15	0,2	0,3
Staphylinidae	28	0,3	0,4	47	0,7	0,9
Chilopodae	23	0,2	0,4	18	0,3	0,4
Summe	7668			6087		

Summen, Mittelwerte und Standardabweichungen aller Barberfallen pro Jahr (zehn Termine im wöchentlichen Rhythmus von Juni bis August) und Wiederholung (jeweils zehn Fallen pro Wiederholung). Ergebnisse der Untersuchungsjahre 1998 und 1999.

Tab. D: Zusammenfassung der Ergebnisse der Quadrataufschwemmung

Baumwolle aus kontrolliert biologischem Anbau (KbA)						
1. Wiederholung 1998				1. Wiederholung 1999		
Nützlinge	Summe	Mittelwert	Stabw.	Summe	Mittelwert	Stabw.
Araneae	170,0	56,7	21,5	156,0	52,0	24,6
Staphylinidae	23,0	7,7	5,9	18,0	6,0	3,6
Coccinellidae	3,0	1,0	1,0	1,0	0,3	0,6
Carabidae	84,0	28,0	19,5	26,0	8,7	3,2
Gryllidae	19,0	6,4	1,2	16,0	5,3	4,1
Formicidae	57,0	19,0	21,6	68,0	22,7	9,1
Dermaptera	11,0	3,7	1,2	18,0	6,0	3,5
Präd. Wanze	0,0	0,0	0,0	2,0	0,7	1,2
Chilopoda	2,0	0,7	1,2	4,0	1,3	1,2
Summe	369,0	123,0	24,5	309,0	103,0	33,5
2. Wiederholung 1998				2. Wiederholung 1999		
Nützlinge	Summe	Mittelwert	Stabw.	Summe	Mittelwert	Stabw.
Araneae	181,0	60,3	15,0	125,0	41,7	25,0
Staphylinidae	21,0	7,0	6,1	11,0	3,7	3,2
Coccinellidae	5,0	1,7	1,5	1,0	0,3	0,6
Carabidae	89,0	29,7	18,3	11,0	3,7	0,6
Gryllidae (juv.)	26,0	8,7	4,5	15,0	5,0	2,9
Formicidae	12,0	4,0	6,9	68,0	22,7	4,6
Dermaptera	12,0	4,0	3,0	21,0	7,0	5,3
Präd. Wanze	0,0	0,0	0,0	2,0	0,7	0,6
Chilopoda	2,0	0,7	1,2	2,0	0,7	1,2
Summe	348,0	116,0	33,0	256,0	85,3	38,7
Baumwolle aus konventionellem Anbau (Konv.)						
1. Wiederholung 1998				1. Wiederholung 1999		
Nützlinge	Summe	Mittelwert	Stabw.	Summe	Mittelwert	Stabw.
Araneae	213,0	71,0	18,2	163,0	54,3	12,1
Staphylinidae	38,0	12,7	1,5	30,0	10,0	9,2
Coccinellidae	4,0	1,3	1,5	1,0	0,3	0,6
Carabidae	42,0	14,0	12,1	70,0	23,3	20,0
Gryllidae (juv.)	20,0	6,7	7,2	20,0	6,7	6,5
Formicidae	18,0	6,0	6,2	150,0	50,0	24,2
Dermaptera	10,0	3,3	2,9	5,0	1,7	0,6
Präd. Wanze	1,0	0,3	0,6	0,0	0,0	0,0
Chilopoda	1,0	0,3	0,6	1,0	0,3	0,6
Summe	347,0	115,7	42,9	440,0	146,7	50,6
2. Wiederholung 1998				2. Wiederholung 1999		
Nützlinge	Summe	Mittelwert	Stabw.	Summe	Mittelwert	Stabw.
Araneae	143,0	47,7	14,4	164,0	54,7	9,0
Staphylinidae	32,0	10,7	4,2	19,0	6,3	4,2
Coccinellidae	3,0	1,0	1,7	2,0	0,7	1,2
Carabidae	32,0	10,7	8,7	5,0	1,7	1,5
Gryllidae (juv.)	15,0	5,0	7,0	11,0	3,7	1,6
Formicidae	53,0	17,7	23,2	141,0	47,0	47,1
Dermaptera	11,0	3,7	1,5	63,0	21,0	7,2
Präd. Wanze	1,0	0,3	0,6	5,0	1,7	2,9
Chilopoda	1,0	0,3	0,6	0,0	0,0	0,0
Summe	291,0	97,0	46,5	410,0	136,7	54,8

Summen, Mittelwerte und Standardabweichungen aller Quadrataufschwemmungen (jeweils drei Termine während der Baumwollsaison pro Feld) Ergebnisse 1998 und 1999.

Tab. E: Zusammenfassung der Ergebnisse der prädatorischen Biomasse in zwei unterschiedlichen Anbausystemen (KbA; Konv.) im Jahr 1998.

	Replicates	Weight rep.	KbA	Konv.
			mg/m ²	mg/m ²
June '98	Line 1	1. rep.	50,17	113,72
		2. rep.	49,33	111,95
		3. rep.	49,46	111,65
		Average	49,65	112,44
	Line 2	1. rep.	105,53	103,99
		2. rep.	105,13	102,06
		3. rep.	104,34	101,59
		Average	105,00	102,55
July '98	Line 1	1. rep.	118,51	77,95
		2. rep.	117,67	77,26
		3. rep.	116,98	77,19
		Average	117,72	77,47
	Line 2	1. rep.	101,00	124,73
		2. rep.	101,05	122,21
		3. rep.	99,63	121,55
		Average	100,56	122,83
August '98	Line 1	1. rep.	170,92	141,19
		2. rep.	170,89	140,54
		3. rep.	170,86	140,17
		Average	170,89	140,63
	Line 2	1. rep.	91,94	65,97
		2. rep.	91,52	65,28
		3. rep.	91,13	65,33
		Average	91,53	65,53

Jeweils zwei Wiederholungen pro Anbausystem, Summe pro m² errechnet sich aus zehn aufeinanderfolgenden Quadrataufschwemmungen jeweils dreimal gewogen, 1998

Tab. F: Zusammenfassung der Ergebnisse der prädatorischen Biomasse in zwei unterschiedlichen Anbausystemen (KbA; Konv.) im Jahr 1999.

		KbA 1	KbA 2	Konv. 1	Konv. 2	Average	
		mg/m2	mg/m2	mg/m2	mg/m2	KbA	Konv.
June '99	1. rep.	96,71	166,77	111,83	143,14	131,74	127,49
	2. rep.	94,36	167,75	109,52	141,61	131,06	125,57
	3. rep.	95,97	169,98	110,56	142,61	132,98	126,59
	Average	95,68	168,17	110,64	142,45	131,92	126,55
July '99	1. rep.	122,29	56,03	49,55	37,45	89,16	43,50
	2. rep.	121,24	55,69	49,91	35,98	88,47	42,95
	3. rep.	120,96	55,67	51,04	37,06	88,32	44,05
	Average	121,50	55,80	50,17	36,83	88,65	43,50
August '99	1. rep.	50,04	98,55	47,92	134,25	74,30	91,09
	2. rep.	49,53	97,74	47,47	133,29	73,64	90,38
	3. rep.	50,14	97,67	47,53	134,75	73,91	91,14
	Average	49,90	97,99	47,64	134,10	73,95	90,87

Jeweils zwei Wiederholungen pro Anbausystem, Summe pro m² errechnet sich aus zehn aufeinanderfolgenden Quadrataufschwemmungen jeweils dreimal gewogen, 1999

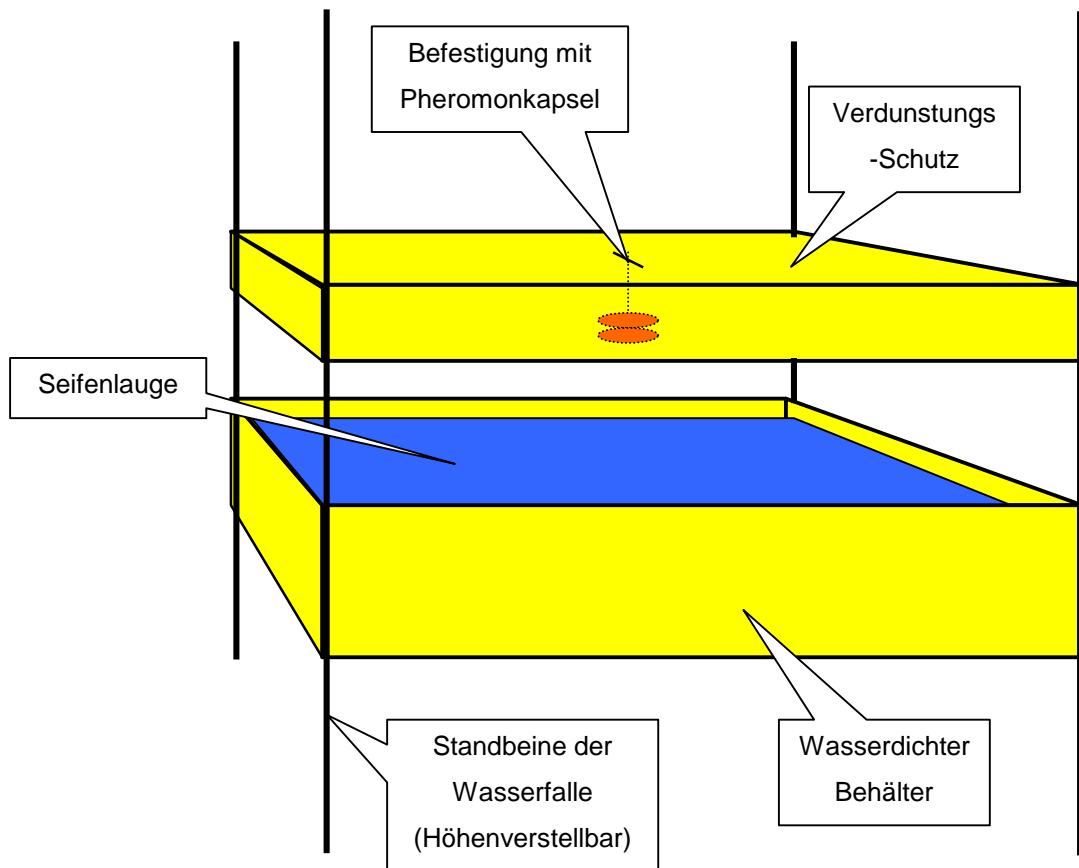


Abb. F: Zeichnung einer Wasserfalle

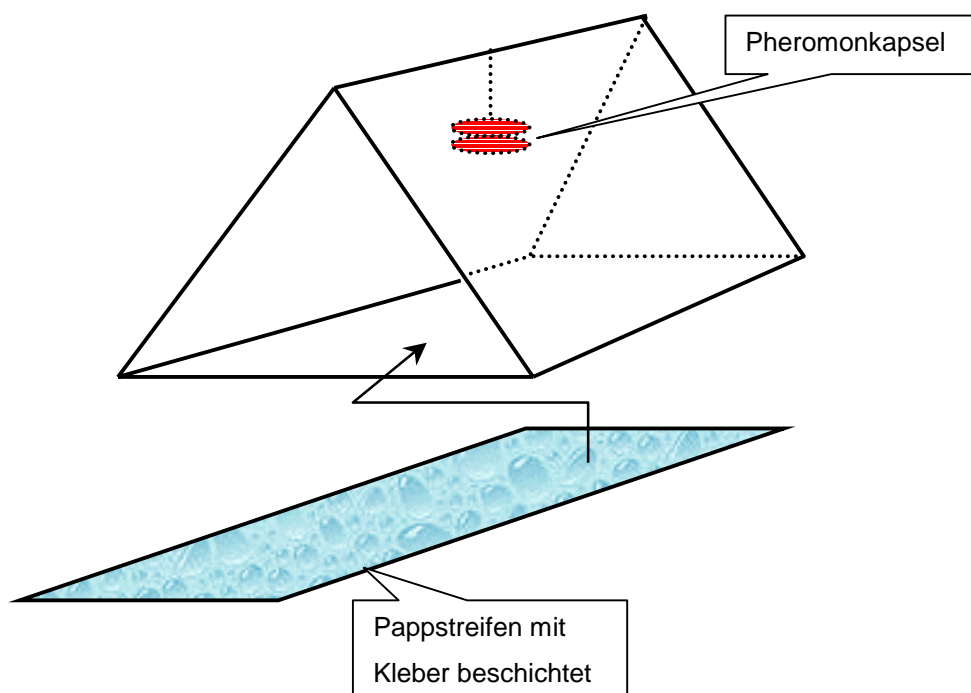


Abb. G: Zeichnung einer Deltaklebefalle

Danksagung

Ich danke Herrn Prof. Dr. Thies Basedow für die außerordentliche Unterstützung sowohl während meines Aufenthaltes in Ägypten, als auch in der Periode danach. Seine umfassende Betreuung und Erfahrung waren stets eine große Hilfe bei der Fertigstellung dieser Arbeit. Herrn Prof. Dr. G. Leithold danke ich für die Übernahme des Zweitgutachtens.

Besonderer Dank gebührt dem CSPP Projektleiter Dr. Heinz Burgstaller, ohne seinen Einsatz und seine tatkräftige Unterstützung schon vor meiner Ausreise, wäre diese Arbeit nicht zustande gekommen. Danken möchte ich ebenfalls Dr. Helmut Schön, Tony Treen, Rüdiger Harnisch, Mona Abou-Zeid für die stets konstruktive Zusammenarbeit. Weiterhin danke ich Dr. Fardouz El-Desoukii, Mona, Zeinab, Frau Maher, Mohammed, Hassan, Magdi, Mahmoud, Mounir, also dem gesamten Team für seine unentbehrliche Mithilfe.

Ganz besonderer und herzlicher Dank geht an Mohammed Said Gaballa und Sameh Abdel Hamid, die mir meinen Aufenthalt in Ägypten aber vor allem die Arbeit und viele Kontakte im Dorf Sakaran leichter gemacht haben. Herzlichen Dank!!

Bedanken möchte ich mich auch bei Stefan Schwarze und Samuel Luzi, die unter meiner Anweisung Befragungen durchführten, deren Ergebnisse mit zu dieser Arbeit beitrugen. Arwa Nauta war dabei stets eine große Hilfe und ich möchte mich bei ihr ganz besonders dafür bedanken. Vielen Dank auch an Dick Nauta, Matjies Spittel und das ganze Team des IPM Projektes Fayoum, für die gute Zusammenarbeit und die vielen Hilfestellungen.

Zu nennen sind außerdem die vielen helfenden Hände von Frau D. Muscarjello, Sabine Feller, Dr. Hamadttu El-Shafi, Dr. Juan Bernal Vega, Klaus Merckens, Ashgan Hassan, Hisham Hassan, Ashri, Mohammed el Salum, Hag Mohammed, Abou Mohsen, Hag Ali, Abou und Om Karem, Mahmoud, Karem und der ganzen Familie Gaballa (Om Said, Said, Hussemeh, Semha, Nagi)

Nicht zuletzt, ganz herzlichen Dank an meine liebe Freundin Vanessa Triffault, die mir vor allem in der Endphase der Arbeit in jeder Hinsicht geholfen hat. Très grands Bisous et merci beaucoup!

Natürlich auch meinen Eltern und Geschwistern, die immer alles Mögliche getan haben, um mir zu helfen

Eidesstattliche Erklärung

Die vorliegende Arbeit wurde vom Verfasser selbst verfasst. Es wurden keine Anderen als die angegebenen Hilfsmittel verwendet.

Zitate oder Äußerungen, die anderen Werken im Wortlaut oder sinngemäß entnommen wurden, sind durch Quellenangaben kenntlich gemacht.

Gießen, Juni 2002

gez. Curt von Boguslawski

Curt von Boguslawski

Nationality: German
Date of Birth: 14.12.1966
Family Status: Single
Profession: Agronomist / Plant Protection Specialist

Education

Since 1998 PhD-thesis on organic cotton production in Egypt (comparison of conventional and ecological farming system for a sustainable production) at the Justus-Liebig-Universität (JLU) in Giessen.

October 1995 Masters (Diplom-Agrar-Ingenieur) in Agriculture at the JLU in Giessen. Main subjects: Plant production and plant protection in the tropics and subtropics, soil science.

June 1988 A-Level (Abitur)

Outline of Qualifications

I am presently working on my PhD-thesis, after working as senior researcher and junior lecturer in the institute of phytopathology and applied zoology in the JLU-Giessen. I have strong experience with on farm research, participatory extension, planning and implementation of research programs, as well as soil and water management and agricultural development in the tropics and subtropics. In the past six years organic production and research co-ordination and the work on IPM strategies were part of my tasks in different environments. Contributions to programs in Somalia, Turkey, Egypt and Germany have shown my ability to easily adapt to different working conditions and to be familiar with several cultures in Africa and Asia. Due to my work in research institutions and in the bilateral development co-operation I have numerous fruitful contacts to international organisations (GTZ, FAO, ICARDA, UNDP, USAID) and Universities (JLU Giessen, University of Hohenheim, Cairo University, Ege-Universitesi Izmir). My capability to work in a team or alone, moderating workshops and seminars as well as presenting results and findings has developed throughout my work experience.

Due to my broad education and the life in foreign countries I have a high level of flexibility and I can work in difficult circumstances. New tasks in different subjects have always motivated me to find solutions to occurring problems.

Presently I am working as a freelance consultant with skills in tropical and subtropical agriculture, irrigation systems and environmental projects. I have strong experience in evaluating and monitoring of different development projects

Curt von Boguslawski
Rheinfelder Str. 5
35398 Giessen
Germany

Tel/Fax: ++49 (0) 6403 2849
e-mail: curtdtdt@hotmail.com

Experience

2002 **EGYPT**

World Food Program (WFP) of the United Nations (UN)

Consultant for an appraisal mission of a planned WFP project, to increase the livelihood of Bedouin communities in the south-western desert of the Red Sea Governorate. As a mission leader of a five headed team the agricultural, social and environmental properties of the proposed project area (100 000 km²) were evaluated with special emphasis on degraded natural resources. The appraisal mission modified the project outline to a more feasible and sustainable approach, taking into account that the fragile eco-system and the cultural traditions of the Bedouins are respected and conserved. Formulating recommendations for the responsible institutions of the Egyptian Government and the WFP who will run the project.

2001 **EGYPT**

World Food Program (WFP) of the United Nations (UN)

Consultant for a pre-appraisal mission of a planned WFP development project, settling land-less farmers into newly reclaimed desert areas along the Nile valley in five different sites. Evaluating existing and planned irrigation systems in these project areas and analysing the feasibility of sustainable agriculture. Analysis of existing water resources with special emphasis on the nature protectorate of Wadi El Rayan and the reuse of drainage water for desert irrigation. Formulating recommendations for the Egyptian Ministry of Agriculture and Land Reclamation and the WFP, concerning feasibility and sustainability of the entire project (number of settlers, irrigation systems, agricultural production and social structures).

2000 **GERMANY**

Institute of Phytopathology and Applied Zoology at the JLU in Giessen;

Assistant researcher for plant protection in the tropics and subtropics, soil biology, integrated crop management, biological pest control and organic agriculture. Participating in the co-ordination of research in Panama, Sudan, Egypt, Ethiopia, Bangladesh and Germany. Finalising of the PhD-thesis and preparing publications and contributions for several conferences on plant protection in Germany and Egypt.

1998 - 2000 **EGYPT**

Cotton Sector Promotion Program (GTZ);

Research on alternatives to chemical plant protection in Egyptian cotton production. Comparison of organic and conventional production systems and their impact on the eco-system and farmers income. With the support of the IPM section of the program and the Egyptian Bio-dynamic Association (EBDA), field trials and surveys throughout two cotton seasons were conducted in Fayoum Governorate. The very close co-operation with farmer groups, extension workers, research institutions and other projects was necessary to establish this research with success. The implementation of on-farm research and the co-ordination of several surveys as well as the co-operation between the different institutions pertain to the tasks of this position. Constant monitoring and evaluation of research results provided recommendations to the Ministry of Agriculture and Land Reclamation (MoALR) through the Cotton Sector Promotion Program (CSPP).

1996 - 1997 GERMANY

Niem-Handel Company;

Adviser and assistant sales manager for the company. Within this position, contacts to producer countries like the Dominican Republic, India, Kenya, Burkina Faso and Niger had to be established and maintained. Monitoring of product quality and the adaptation to the demands of the European market had to be evaluated constantly. Customer surveys were done on a regular basis to improve production and sale. Extension work for the customers and producers has always been an important part of this position in the company.

1996 GERMANY

Plant Protection Service Program (GTZ);

Co-ordinator for a database of biological and integrated pest management. Literature studies and questionnaires with different institutions like the BBA (Biologische Bundesanstalt) and private companies were evaluated and processed for this database. The Project works in more than 70 countries and assists agricultural programs by providing information about possible control measures. Not only the use of pesticides, but also their registration laws and the probabilities were part of the information provided. Alternatives like biological and integrated methods in above mentioned countries were carefully studied and modified for the use in particular situations. As a member of the service and information team (five members) of the program, recommendations were given to any request touching the plant protection issue.

1994 - 1995 GERMANY

Institute for Organic Agriculture at the JLU in Giessen;

Research assistant for biological control of pests and diseases in the institute for organic agriculture. Design of field trials and supervising trials in laboratories. Organising research together with a team of fifteen researchers in the outstation of the university. Training of young researchers and development of training goals and their realisation. Research on the improvement of soil fertility through inter-cropping and crop-rotation. Impact assessment of different biological control methods on the environment and the plant development as well as associated pests and diseases. Monitoring and evaluation of research results and the need for further activities together with other departments (Animal production, Plant breeding, Plant pathology) of the faculty.

1993 EGYPT

Integrated Pest Management Program (GTZ);

Research in integrated and conventional production of fruit crops (citrus and mango orchards) to identify bio-indicators for pesticide use in the Governorate of Beni Suef. Survey of different production systems and assessment of abundant arthropods on 120 farms in three districts. On farm research with numerous eco-monitoring methods like water traps, beating tray, in situ arthropod counts and pheromone traps. Eco-monitoring and evaluation of research results. Establishing training for facilitators and farmers in eco-monitoring methods. Close co-operation with Universities and Research Centres (ARC and NRC)- to identify further research needs. Development of training material for subject matter specialists and farmer groups. Evaluation of group meetings and identification of bottlenecks in the existing production system in order to update the training and the transfer of know how. Formulating recommendations in co-operation with the project management to harmonise extension in all fruit growing Governorates of Egypt. Survey of pesticide residues in vegetables and identification of possible measures to reduce their excessive use. Implementation of IPM strategies in citrus production, like pruning of infested plant parts, treatment of pests with attractant, monitoring of thresholds for insecticide use.

1992 TURKEY**Plant Pathology Research Institute;**

Studies in the plant pathology and the soil science institutes of the Ege-Universitesi of Izmir. Assistant researcher of the IPM department within the same university. On farm research in cotton and tobacco production. Introduction of inter-cropping with the aim to reduce synthetic inputs in these farming systems. Research on organic cultivation and implementation of IPM strategies to improve plant protection and soil fertility. Design of field trials and the evaluation of results. Recommendations for further research and training activities. Survey in fig orchards of western Turkey to assess residues of pesticides. Identification of alternatives to chemical plant protection with different plant extracts. Training of monitoring methods and development of IPM training material for farmer groups in close co-operation with agricultural advisers.

1990 - 1991 GERMANY**Practical Work on a Farm;**

All tasks in plant- and animal production throughout one year of practical work. Training courses in several institutions for practical agriculture (Animal production, Plant production and Agricultural machinery).

1989 SOMALIA**Integrated Control of Cileia cilea (GTZ);**

Member of a team surveying weaver bird swarms in agricultural production areas. Estimation of potential damage by monitoring the size of swarms and their feeding habits. Identification of possible control sites and their preparation. Integrated control with modern technology and selective pesticides. Monitoring and evaluation of the control results for the program. Training of extension staff on handling and evaluating the actual control. Planning a network for early warning together with farmers and extensionists.

1988 SOMALIA**Rural Development Program in the Lower Shebelle Region (GTZ);**

Survey of river banks and irrigation canals to evaluate and improve the agricultural production in the lower Shebelle region. Member of a survey team covering 150 kilometres of riverbanks on the Shebelle river. Implementation and co-ordination of workshops with farmers on inter-cropping and water management. Evaluating and computing data for the program in co-operation with the Ministry of Agriculture. Formulating recommendations based on the surveys and the need for development in the area. Introduction of salt tolerable plants and methods for dune stabilisation in order to stop the degradation of agricultural land.

Language skills

Language	Speaking	Reading	Writing
German	excellent	excellent	excellent
English	excellent	excellent	excellent
French	good	good	good
Arabic	good	no	no
Bahasa Indonesia	good	fair	fair
Kiswaheli	fair	fair	fair